

ДВНЗ «ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

SHEI "KHERSON STATE AGRARIAN UNIVERSITY"



МІЖНАРОДНА НАУКОВО – ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ
ТА ДОСЯГНЕННЯ ІНЖЕНЕРНИХ НАУК
В ГАЛУЗІ ГІДРОТЕХНІЧНОГО БУДІВНИЦТВА
ТА ВОДНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ»



Херсон - 2019

Міністерство освіти і науки України
ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»
Факультет водного господарства, будівництва та землеустрою
Кафедра гідротехнічного будівництва, водної інженерії
та водних технологій

**СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ
ТА ДОСЯГНЕННЯ ІНЖЕНЕРНИХ НАУК
В ГАЛУЗІ ГІДРОТЕХНІЧНОГО БУДІВНИЦТВА
ТА ВОДНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ**

Збірник наукових праць

**За підтримки Українського проекту
бізнес-розвитку плодоовочівництва**

Херсон - 2019

Сучасні технології та досягнення інженерних наук в галузі гідротехнічного будівництва та водної інженерії: збірник наукових праць. – Херсон: ДВНЗ "ХДАУ", 2019. – 145 с.

Современные технологии и достижения инженерных наук в области гидротехнического строительства и водной инженерии: сборник научных трудов. - Херсон: ГВУЗ "ХГАУ", 2019. - 145 с.

Редакційна колегія:

Аверчев О.В. - д.с.-г.н., професор, проректор з наукової роботи та міжнародної діяльності Херсонського ДАУ;

Шапоринська Н.М. – к.с.-г.н., доцент, завідувач кафедри гідротехнічного будівництва, водної інженерії та водних технологій ФВГБЗ Херсонського ДАУ;

Ладичук Д.О. – к.с.-г.н., доцент кафедри гідротехнічного будівництва, водної інженерії та водних технологій ФВГБЗ Херсонського ДАУ;

Волошин М.М. – к.т.н., доцент кафедри гідротехнічного будівництва, водної інженерії та водних технологій ФВГБЗ Херсонського ДАУ;

Волочнюк Є.Г. – к.с.-г.н., доцент кафедри гідротехнічного будівництва, водної інженерії та водних технологій ФВГБЗ Херсонського ДАУ.

В збірнику публікуються наукові статті з питань гідротехнічного будівництва, водної інженерії та водних технологій, зрошувального землеробства, меліоративного ґрунтознавства, сільськогосподарських гідротехнічних меліорацій, впливу гідротехнічних споруд на навколишнє середовище, інженерного захисту територій, водопостачання та водовідведення, застосування сучасних технологій будівельного виробництва, використання ГІС-технологій в водній інженерії та управлінні земельними ресурсами, сучасних досягнень вишукувань і проектування гідротехнічних споруд, застосування енергозберігаючих технологій у гідротехнічному будівництві.

Збірник розрахований на наукових співробітників, інженерно-технічних робітників підприємств, проектних організацій, навчальних та науково-дослідних інститутів напряму гідротехнічного будівництва та водної інженерії

Видання збірника фінансується за підтримки Українського проекту бізнес-розвитку плодоовочівництва (UHBDP).

В сборнике публикуются научные статьи по вопросам гидротехнического строительства, водной инженерии и водных технологий, орошаемого земледелия, мелиоративного почвоведения, сельскохозяйственных гидротехнических мелиораций, влияния гидротехнических сооружений на окружающую среду, инженерной защиты территорий, водоснабжения и водоотведения, применения современных технологий строительного производства, использования ГИС-технологий в водной инженерии и управлении земельными ресурсами, современных достижений изысканий и проектирования гидротехнических сооружений, применения энергосберегающих технологий в гидротехническом строительстве.

Сборник рассчитан на научных сотрудников, инженерно-технических работников предприятий, проектных организаций, учебных и научно-исследовательских институтов направления гидротехнического строительства и водной инженерии

Издание сборника финансируется при поддержке Украинского проекта бизнес-развития плодоовощеводства (UHBDP).

Рекомендовано до друку вченою радою факультету водного господарства, будівництва та землеустрою ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет» (протокол № 11 від 28.06.2019 р.).

Відповідальність за зміст, новизну та оригінальність наданого матеріалу несуть автори статей

© ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет», 2019

ВСТУПНЕ СЛОВО

Шановні читачі!

У збірник наукових праць увійшли матеріали Міжнародної науково-практичної конференції "Сучасні технології та досягнення інженерних наук в галузі гідротехнічного будівництва та водної інженерії", проведеної в ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет» 24-25 травня 2019 р.

До оргкомітету конференції поряд з ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет» (Україна) увійшли наші постійні вітчизняні та зарубіжні партнери та друзі: Державне агентство водних ресурсів України, Інститут водних проблем і меліорації НААН, Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н.Соколовського» НААН, Національний університет водного господарства та природокористування (м. Рівне), Дніпровський державний аграрно-економічний університет (м. Дніпро), Казахський науково-дослідний інститут водного господарства (Республіка Казахстан), Азербайджанський науково-дослідний інститут гідротехніки і меліорації (Республіка Азербайджан), Науково-інформаційний центр Міждержавної координаційної водогосподарчої комісії Центральної Азії (Республіка Узбекистан), Білоруська державна сільськогосподарська академія (Республіка Білорусь).

У матеріалах конференції Ви зможете ознайомитися з результатами досліджень, проведених в Україні, Сполучених Штатах Америки, Ізраїлю, Республіці Казахстан, Республіці Азербайджан, Республіці Узбекистан, Республіці Білорусь та інших країнах, які присвячені основним перспективним напрямкам розвитку гідротехнічного будівництва, водної інженерії та водних технологій, зрошувального землеробства, меліоративного ґрунтознавства, сільськогосподарських гідротехнічних меліорацій, впливу гідротехнічних споруд на навколишнє середовище, інженерного захисту територій, водопостачання та водовідведення, застосування сучасних технологій будівельного виробництва, використання ГІС-технологій у водній інженерії та управлінні земельними ресурсами, сучасних досягнень вишукувань і проектування гідротехнічних споруд, застосування енергозберігаючих технологій у гідротехнічному будівництві.

Сподіваюсь, що наукові матеріали вчених, які розміщені в даному збірнику будуть представляти інтерес для науковців і виробників, які працюють у вищезначених напрямках.

З повагою,
проректор з наукової роботи та
міжнародної діяльності, професор

О.В. Аверчев

ЗМІСТ

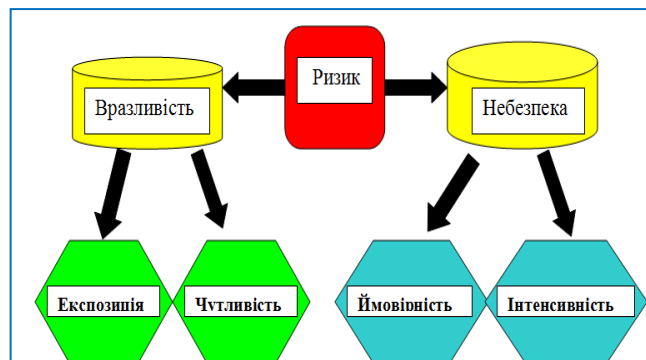
Яцюк М.В., Шевчук С.А., Козицький О.М., Шевченко І.А. ОЦІНЮВАННЯ ПАВОДКОВОЇ НЕБЕЗПЕКИ ТА РИЗИКУ В БАСЕЙНАХ РІЧОК УКРАЇНИ	8
Ладичук Д.О., Романенко Г.М. ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ ІНГУЛЕЦЬКОЇ ЗРОШУВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ В УМОВАХ ЗНАЧНОГО ПОГІРШЕННЯ АГРАРНО- ЕКОЛОГІЧНО-РЕСУРСНОГО СТАНУ ТА СОЦІАЛЬНО-МЕДИЧНОЇ СИТУАЦІЇ В РЕГІОНІ	12
Ткачук А.В. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В УПРАВЛІННІ ВОДНИМ РЕЖИМОМ ЗРОШУВАНИХ ЗЕМЕЛЬ	15
Руфуллаев Э.И., Османов Ш.Х., Мехтиева Р.И., Мамедов З.А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДНЫХ ПОТЕРЬ ИЗ ВОДОЗАБОРНЫХ МАГИСТРАЛЬНЫХ КАНАЛОВ БАГРАМТАПИНСКОГО ГИДРОУЗЛА И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ	17
Агаев И.А., Ахмедов Б.М., Муслумов А.М. СТАТИЧЕСКОЕ И ДИНАМИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ СЕЛЕВОГО ПОТОКА ГОРНЫХ РЕК НА СООРУЖЕНИЯ	22
Андрієнко І.О., Морозов О.В., Волошин М.М., Шапоринська Н.М., Морозов В.В., Морозова О.С СУЧАСНИЙ СТАН ТА ОСНОВНІ ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИКУ ЗРОШЕННЯ В ХЕРСОНСЬКІЙ ОБЛАСТІ	26
Гурбанов М.Ф. АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ВОДНЫЕ ИСТОЧНИКИ ДЛЯ ОРОШЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ МУГАНО-САЛЬЯНСКОГО МАССИВА	30
Власова О.В., Шевченко А.М. ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗРОШУВАЛЬНИХ СИСТЕМ ПОСУШЛИВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ ЗА СУПУТНИКОВИМИ ДАНИМИ	34
Тагиева Г.А. ЗАЩИТА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ОТ ИСТОЩЕНИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ	37
Дехтяр О.О., Коваленко О.В., Брюзгіна Н.Д. ВІДНОВЛЕННЯ ВОДОНЕПРОНИКНОСТІ ДОКОВИХ ЧАСТИН НАСОСНИХ СТАНЦІЙ МЕЛІОРАТИВНИХ СИСТЕМ	39
Сташук В.А., Морозов В.В. ОЦІНКА МОЖЛИВОСТЕЙ ПОВТОРНОГО ВИКОРИСТАННЯ ВОДИ НА ЗРОШУВАЛЬНИХ СИСТЕМАХ ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ	41
Воцелка С.А. АДАПТИВНЫЙ АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ БЪЕФОМ ИРРИГАЦИОННОГО КАНАЛА	44

Ігнатова О.С., Шевчук Я.В., Козленко Є.В. ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ЩІЛЬНОСТІ ҐРУНТІВ ДАМБ ІНГУЛЕЦЬКОГО МАГІСТРАЛЬНОГО КАНАЛУ І МІЖГОСПОДАРСЬКИХ КАНАЛІВ ІНГУЛЕЦЬКОЇ ЗС	46
Хохлова Л.К. РОЗМІРНО-ВІКОВА СТРУКТУРА ПОСЕЛЕНЬ DREISSENA В ГОЛОВНОМУ МАГІСТРАЛЬНОМУ КАНАЛІ КАХОВСЬКОЇ ЗРОШУВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ	49
Тараріко Ю.О., Сайдак Р.В., Дацько М.О. СУЧАСНА ПРАКТИКА ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЗРОШЕННЯ В СУХОМУ СТЕПУ УКРАЇНИ	51
Крамаренко А.В., Шапоринская Н.Н., Аверчев А.В., Керимов А.Н. ВНЕДРЕНИЕ КАПЕЛЬНОГО ПОЛИВА В ИЗРАИЛЕ, ЕГО ЗНАЧЕНИЕ В МИРОВОМ СООБЩЕСТВЕ	54
Доценко В.І., Ткачук Т.І. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИ РОЗРАХУНКУ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНІКИ ПОЛИВУ ПОВЕРХНЕВО-САМОПЛИВНИМ СПОСОБОМ	60
Сташук В.А., Морозов В.В., Морозов О.В., Козленко Є.В. ІНГУЛЕЦЬКА ЗРОШУВАЛЬНА СИСТЕМА: СТАН, ПРОБЛЕМИ, ПЕРСПЕКТИВИ	64
Жовтоног О.І., Поліщук В.В., Філіпенко Л.А., Бутенко Я.О., Салюк А.Ф., Хоменко А.В. ПІДТРИМКА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У ЗРОШУВАНОМУ ЗЕМЛЕРОБСТВІ ЗА ДАНИМИ НАЗЕМНОГО ТА ДИСТАНЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ	68
Шатковський А.П., Журавльов О.В., Мінза Ф.А. ЕФЕКТИВНІСТЬ МЕТОДІВ ПРИЗНАЧЕННЯ СТРОКІВ ПОЛИВУ ЗА КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ ЯБЛУНІ	72
Хасаєв Г.А. ОЦЕНКА МЕЛИОРАТИВНОГО СОСТОЯНИЯ ЗЕМЕЛЬ ШИРВАНСКОГО МАССИВА АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ПЕРИОДЕ ОРОШЕНИЯ	73
Рудаков Л.М., Шкуро М.О. ДОЦІЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ МЕЛІОРАТИВНИХ ЗАХОДІВ НА ПІВДНІ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ	78
Коваленко В.В., Запорожченко В.Ю., Бугайова І.Ю. ГІС РЕЖИМ ҐРУНТОВОЇ ВОЛОГИ. ВЕРИФІКАЦІЯ	80
Макарова Т.К. МІГРАЦІЯ СОЛЕЙ ҐРУНТОВОГО ПРОФІЛЮ ПРИґАЦІЙНО СОЛОНЦЮВАТОГО ЧОРНОЗЕМУ ПІД ДІЄЮ ФОСФОґІПСУ ТА ЗРОШЕННЯ	82
Шевчук С.А., Матяш Т.В., Шевченко І.А. ОЦІНЮВАННЯ СУЧАСНОГО СТАНУ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЗРОШЕННЯ В ЗОНІ ВПЛИВУ ПІВНІЧНО-КРИМСЬКОГО КАНАЛУ В МЕЖАХ ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ	84

Жовтоног О.І., Поліщук В.В., Чорна К.І., Топольнік Т.І., Салюк А.Ф. ІНТЕГРОВАНІ ПІДХОДИ ДО УПРАВЛІННЯ ВОДНИМИ ТА ЗЕМЕЛЬНИМИ РЕСУРСАМИ НА МЕЛІОРОВАНИХ ТЕРИТОРІЯХ НА ЗАСАДАХ ДЕРЖАВНО-ПРИВАТНОГО ПАРТНЕРСТВА	87
Волошина В.М., Волошин М.М. АНАЛІЗ СТАНУ ТА ВИКОРИСТАННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ	91
Сидякіна О.В., Шангар О.С. ПРОДУКТИВНІСТЬ ГІБРИДІВ ТОМАТУ ПРИ КРАПЛИННОМУ ЗРОШЕННІ НА ПІВДНІ УКРАЇНИ ЗАЛЕЖНО ВІД ДІЇ СТИМУЛЯТОРІВ РОСТУ	96
Волочнюк. Є.Г., Шаталов А.О., Кузьменко Є.Д. ПРОЕКТ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПОЛИВУ НА БАЗІ ПРОЦЕСОРА ARDUINO MEGA	99
Бурдюг М.А., Волошин М.М. ЗАСТОСУВАННЯ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ ЯК ДОПОВНЕННЯ ДО СПОСОБУ ЗРОШЕННЯ ДОЩУВАННЯМ	101
Коваленко О.В. СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ГІДРОІЗОЛЯЦІЙНОГО ЗАХИСТУ БЕТОННИХ ТА ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУД ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ МАТЕРІАЛІВ НА ЦЕМЕНТНІЙ ОСНОВІ	104
Чеканович М.Г., Журахівський В.П. МІЦНІСТЬ ТА ДЕФОРМАТИВНІСТЬ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК, ПІДСИЛЕНИХ НОВОЮ ЗОВНІШНЬОЮ СИСТЕМОЮ	106
Шкарапата Я.Є. ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ЗДІЙСНЕННЯ ВОДОПІДГОТОВКИ ШЛЯХОМ ІСКРОЕРОЗІЙНОЇ ОБРОБКИ	114
Кияновский А.М. ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ПРОСАДОЧНЫХ ЯВЛЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМНОГО КОНТРОЛЯ ВЛАЖНОСТИ ЛЁССОВЫХ ГРУНТОВ ОСНОВАНИЙ ЗДАНИЙ	118
Янін О.Є. ПОБУДУВАННЯ ДІАГРАМИ «МОМЕНТ-КРИВИЗНА» ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПРОГИНУ ДЛЯ ЗАЛІЗОБЕТОННОЇ БАЛКИ З УРАХУВАННЯМ ДІЙСНОЇ РОБОТИ БЕТОНУ І АРМАТУРИ	120
Сакара О.Ю., Волочнюк Є.Г. ЗАСТОСУВАННЯ ДИСПЕРСНОГО АРМУВАННЯ ПРИ БУДІВНИЦТВІ ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУД	126
Чеканович М.Г., Чеканович О.М., Журахівський В.П. ВАЖІЛЬНО-СТРИЖНЕВА СИСТЕМА ПІДСИЛЕННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ РЕБРИСТИХ ПЛИТ	128
Романенко С.М., Новікова С.М., Андрієвська Я.П. ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СКЛОПЛАСТИКОВОЇ АРМАТУРИ ТА ЇЇ ЗЧЕПЛЕННЯ З БЕТОНОМ	134

ОЦІНЮВАННЯ ПАВОДКОВОЇ НЕБЕЗПЕКИ ТА РИЗИКУ В БАСЕЙНАХ РІЧОК УКРАЇНИ

Вступ. Повені і паводки є одними з найнебезпечніших стихійних явищ, адже збитки від їх проходження складають приблизно третину від сумарної кількості збитків, що отримані від усіх стихійних лих у світі. Директивою 2007/60/ЄС «Про оцінку і управління ризиками затоплення», передбачено перехід від стратегії захисту і відшкодування збитків до управління рівнями ризику на основі їх прогнозування та своєчасного попередження і реагування, шляхом впровадження своєчасних превентивних заходів. Реалізація зазначеної стратегії базується на оцінці рівнів небезпеки і відповідних ризиків, у відповідності з якими розробляються плани інтегрованого управління ними. Величина ризику визначається на основі врахування імовірності настання та його головних складових: рівня паводкової небезпеки і вразливості (чутливості) території. Загальна структура ризику представлена на рисунку.



Згідно з розробленим Державною службою з надзвичайних ситуацій (ДСНС) планом імплементації Директиви 2007/60/ЄС (введеним в дію розпорядженням Кабінету Міністрів України від 25 лютого 2015 р. № 132-р) ДСНС були розроблені і затверджені «Методика попередньої оцінки ризиків затоплення» і «Методика розроблення карт загроз і ризиків затоплення». Слід зазначити, що наведені методики передбачають побудову тільки двох окремих типів карт паводкової небезпеки (загроз): карту площі і глибини затоплення та карту швидкості потоку, або гідродинамічних впливів на споруди. Відповідно, вони не передбачають врахування тривалості затоплення, руслових процесів, гравітаційних процесів на схилах, що особливо важливо для гірських басейнів, а також не передбачають алгоритму оцінки сумарної паводкової небезпеки і його картографування. Для візуалізації паводкового ризику передбачено також лише 2 типи окремих карт, перша з яких відображає ризики для людей, друга – для господарської діяльності, довкілля та культурної спадщини. Як і у випадку з картами паводкової небезпеки, методики не передбачають визначення сумарного паводкового ризику і побудови відповідних карт. В зазначених методиках наведено алгоритм визначення ризику затоплення в залежності від

наслідків (збитків) і ймовірності (сценарію) паводку, а не окремо для кожного з визначених сценаріїв проходження паводку (його забезпеченості), як це передбачено рекомендаціям паводкової Директиви ЄС. Не обґрунтованим також є вибір розрахункових сценаріїв для оцінювання ризиків. Комплекс протипаводкових гідротехнічних споруд передбачений Схемами комплексного протипаводкового захисту в басейнах річок України розрахований на безпечний пропуск паводкових витрат забезпеченістю 1 %, а більшість дамб обвалування в заплавах малих і середніх річок, що збудовані раніше, розраховані на пропуск паводків лише 3 % забезпеченості. На відмітки максимального затоплення 1 % забезпеченості також розраховані норми підготовки території під забудову, що визначені містобудівною документацією в Україні, тому вибір сценарію для паводків з ймовірністю перевищення максимального стоку 1 раз на 500 років є не доцільним. Більш раціональними є сценарії паводків з ймовірністю перевищення максимальних витрат 1%; 3% і 10%.

У зазначених документах ДСНС питання оцінки паводкових ризиків і їх картографування регламентуються двома окремими документами, однак в них є ряд неузгодженостей, що спричиняють незручності у користуванні.

В ході досліджень, що виконувалися в Інституті водних проблем і меліорації НААН (ІВПіМ), розроблено Стратегію управління паводковими ризиками в басейнах річок Українських Карпат, яка визначає на довгострокову перспективу національні механізми координації і стратегічного керівництва у сфері зниження ризику від проходження паводків у відповідності з настановами і вимогами паводкової Директиви та рекомендацій Європейської економічної комісії ООН щодо створення єдиного механізму Міжнародної стратегії управління паводковими ризиками. У розвиток зазначеної Стратегії в Інституті також розроблена «Методика побудови карт паводкової небезпеки і ризику в басейнах річок» у якій представлені алгоритми визначення рівнів сумарної паводкової небезпеки і ризику для визначених сценаріїв проходження паводків.

Основна частина. Розроблена в ІВПіМ «Методика побудови карт рівнів паводкової небезпеки і ризику в басейнах річок» базується на основі комплексного аналізу рівнів паводкової небезпеки і вразливості території при різних рівнях ймовірності настання самої небезпеки на розрахунковій ділянці потенційної зони затоплення (можливих сценаріїв проходження паводків). Розрахунки паводкової небезпеки і ризику передбачено виконувати для сценаріїв, що відповідають витраті (рівню води) паводка прийнятої розрахункової забезпеченості (ймовірністю перевищення максимальних витрат 1%; 3% і 10%). Структура методики включає 6 етапів робіт: гідрологічні розрахунки для вибраних сценаріїв проходження паводку (розрахункових забезпеченостей максимального стоку), визначення зон затоплення, оцінку рівнів паводкової небезпеки, визначення рівнів вразливості території, визначення паводкового ризику і побудову карт паводкової небезпеки і ризику.

Багатофакторність процесів формування паводкової небезпеки і ризику обумовлює широкий спектр побудови відповідних карт, що відображають як

сумарні їх величини, так і індивідуальні значення окремих чинників впливу, або ж їх окремих груп. Кількість карт, їх структура і повнота наповнення повинні визначатися задачами з управління ризиком та наявністю вихідної інформації. Методологія визначення рівнів паводкової небезпеки базується на основі диференційованої оцінки впливу визначальних чинників небезпеки (зони затоплення, його тривалість, глибини, швидкість потоку, руслові деформації, ерозійні і гравітаційні процеси на схилах тощо). За необхідності і наявності необхідних даних для річкових басейнів в цілому або їх окремих ділянок можуть будуватися допоміжні карти, зокрема карти історичних повеней, карти інтенсивності зростання рівнів руслового потоку, карти потенційного навантаження на споруди в зоні затоплення, карти захисної протипаводкової інфраструктури із зазначенням головних характеристик споруд тощо.

Побудова карт сумарної паводкової небезпеки виконується поетапно, з врахуванням її визначальних чинників, окремо для кожного з прийнятих сценаріїв проходження паводка. На карті різними кольорами повинні відображатися рівні паводкової небезпеки, що переважно включають три основних діапазони - низький, середній та високий. За необхідності додатково можуть позначатися зони дуже низького і дуже високого рівня небезпеки.

Рівні паводкової небезпеки визначаються за формулою

$$N = (N_{h,v}) * (N_t) * k_1 + N_d * k_2 * k_3 * k_4 * k_5,$$

де $N_{h,v}$ – сумарний параметр глибини затоплення і швидкості потоку; N_t – тривалість затоплення; N_d – руслові деформації; k_1 – коефіцієнт зростання рівня небезпеки в результаті можливих заторів; k_2 – ймовірність техногенних аварій; k_3 - ймовірність обвалів; k_4 - ймовірність зсувів; k_5 – ймовірність селевих потоків. Сумарний параметр глибини затоплення і швидкості потоку $N_{h,v}$ – визначається з спеціальної діаграми $N_{h,v} = f(h;V)$, а параметр K для річок Українських Карпат визначається з карти інтенсивності руслових деформацій розробленої в ІВПіМ.

Для рівнинних річок з низьким рівнем ерозійних процесів параметр N_d і коефіцієнти k_3 , k_4 і k_5 не враховуються. Коефіцієнт k_2 призначається в залежності від стану і технічної надійності споруд. Для кількісної оцінки сумарної паводкової небезпеки розроблена шкала балів для визначальних чинників паводкової небезпеки. Шкала балів також розроблена для визначення діапазонів рівнів паводкової небезпеки (низький, помірний, високий і дуже високий), окремо для рівнинних і гірських річок.

Визначення сумарного паводкового ризику полягає в необхідності комплексної оцінки як майнових і економічних збитків, що можна оцінити за вартісними показниками, так і соціальних, екологічних та інших втрат. Для диференційованої оцінки паводкових збитків використані статистичні матеріали Німеччини і Австрії, які відображають затрати на відновлення житлової забудови, виробництва, громадської інфраструктури, енергетики, зв'язку і телекомунікацій, сільськогосподарських виробничих приміщень, у розрахунку на 1 м^2 площі зони затоплення.

Соціальні втрати з розрахунку на 1 м² визначені виходячи з щільності населення і середніх компенсаційних відшкодувань потерпілим: у випадку загибелі людини; затрат на лікування одного потерпіло; компенсації за порушення нормальних умов життєдіяльності; затрат на евакуацію одного мешканця; затрат на підтримання життєдіяльності в зоні затоплення. Відшкодування на пошкодження історично – культурних об'єктів розраховані виходячи з припущення, що затрати на їх відновлення у тричі перевищують затрати на відновлення житлового фонду. Визначення втрат землеробства в результаті затоплення виконано на основі оцінки втрати урожаю при середній врожайності, також приведеної до площі 1 м². Екологічні втрати визначаються тільки для випадків наявності в зоні ризику екологічно небезпечного виробництва або об'єктів. Їх врахування здійснюється шляхом введення посилюючих коефіцієнтів.

Рівень вразливості у балах в Методиці передбачено визначати залежно від співвідношення затрат, розрахованих для зазначених вище чинників ризику. Наведені показники вразливості представляють уже осереднені значення, що враховують усі можливі варіанти їх прояву, зокрема затрати на компенсацію виробництва включають не лише прямі затрати (втрати основних фондів, продукції, тимчасова непрацездатність персоналу), а і непрямі збитки - недоотриманий прибуток, втрати суміжників, можливі штрафні санкції за непоставлену продукцію, втрата місця на ринку виробництва тощо. Компенсаційні витрати на відновлення житлового фонду враховують середні затрати, незалежно від поверховості будинків, наявності підвальних приміщень, архітектурної цінності і стійкості самих споруд.

Сумарний рівень вразливості території в балах визначається за формулою

$$Vr = 0,01 (F_{1(\%)}) W_{житл} + K_1 * F_{2(\%)} W_{вир} + K_2 F_{3(\%)} W_{інфр} + F_{4(\%)} W_{с-г} + F_{5(\%)} W_{к-і} + W_{соц},$$

де $F_{1(\%)}$, $F_{2(\%)}$, $F_{3(\%)}$, $F_{4(\%)}$, $F_{5(\%)}$ – площі земель заняті житловою забудовою, промисловим виробництвом і тваринництвом, об'єктами житлової, комунальної і виробничої інфраструктури, сільськогосподарськими угіддями, об'єктами культурно – історичної спадщини; $W_{житл}$, $W_{вир}$, $W_{інфр}$, $W_{с-г}$, $W_{к-і}$, $W_{соц}$ – затрати на відшкодування паводкових збитків у балах для відповідних галузей економіки і соціальної сфери. Площі виражаються у відсотках від загальної площі території в межах зони ризику.

Подібного роду оцінки паводкової вразливості раніше в Україні не виконувалися, тому запропонована бальна система оцінки є попередньою і повинна уточнюватися в процесі накопичення статистичних даних щодо фактичних збитків від проходження катастрофічних паводків різної ймовірності повторення.

Побудова карт паводкової небезпеки і ризику передбачена на геоінформаційній основі, що забезпечує можливість візуалізації як сумарних їх величин, так і диференційовано, для окремих чинників впливу.

Висновок. Запропоновані методичні підходи щодо оцінки сумарного паводкового ризику рекомендуються для практичного використання в ході розроблення і реалізації планів інтегрованого управління паводковими ризиками в басейнах річок, які згідно законодавства України повинні уточнюватися кожні шість років.

УДК 631.67:504

Ладичук Д.О¹., Романенко Г.М.²

¹*ДВНЗ «Херсонської державний аграрний університет», м. Херсон, Україна*

²*Громадська незалежна екологічна рада Херсонської області, Україна*

ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ ІНГУЛЕЦЬКОЇ ЗРОШУВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ В УМОВАХ ЗНАЧНОГО ПОГІРШЕННЯ АГРАРНО-ЕКОЛОГІЧНО-РЕСУРСНОГО СТАНУ ТА СОЦІАЛЬНО-МЕДИЧНОЇ СИТУАЦІЇ В РЕГІОНІ

Інгулецька зрошувальна система (ІЗС) є однією з найперших, збудованих на півдні України, і, на жаль, з плином часу головним чинником найбільших техногенно-екологічних негативів на відповідних територіях Херсонської та Миколаївської областей.

Головними причинами цього є те, що р. Інгулець є, по-перше, вкрай зарегульованою річкою з практично відсутнім природним водостоком – на території водостоку р. Інгульця функціонує порядку 4 тисяч ставків; по-друге – це промислові скиди Криворізького промислово-агломераційного комплексу з надзвичайно великим «букетом» забруднюючих речовин та великим рівнем засоленості.

Найбільш негативними в Херсонській області є такі деградаційні процеси як: підтоплення земель (це і вплив перекриття водостоку, і вплив самого зрошення), вторинне засолення та осолонцювання ґрунтів. Найбільша їх площа припадає на Інгулецьку зрошувальну систему (ІЗС).

Під впливом постійно прогресуючого розвитку цих негативних процесів землероби Херсонської області зі зрошуваного поля недоотримують 550 - 600 тон кормових одиниць зернових та кормових культур в рік.

Однією з причин цих негативних явищ є якість поливної води: на 40 - 50% площі зрошення застосовуються поливні води 2 класу (обмежено придатні) та 3 класу (не придатні без попереднього покращення). На жаль, якість поливних вод з кожним роком погіршується.

Ще 20-25 років тому ІЗС працювала в режимі «розбавлення» інгулецької води водами Дніпра шляхом створення режиму «протитечії» (працювало 12 насосів головної насосної станції) і перші, «промивні» води скидалися у р. Віршовчину в зоні її перетину з магістральним каналом ІЗС, і лише після пониження концентрації солей до «прийняттого рівня» вода подавалась на зрошення.

В останні десятиліття, як правило, працюють лише 5-7 насосів головної насосної станції – тож за цих умов засолення ґрунтів інтенсифікувалось і на сьогодні у верхньому орному шарі ґрунту кількість солей у 40 разів перевищує первинні показники.

Для покращення ситуації на ІЗС пропонуються різні так звані "еколого – меліоративні заходи", які тільки розтягують в часі деградаційний період знищення ґрунтового покриву на ІЗС. Одним з найбільш "ефективних проєктів" щодо покращення якості зрошувальної води є розробка технології «формування і покращення якості поливної води» на Інгулецькій зрошувальній системі (Херсонська та Миколаївська області) за допомогою зміни режимів роботи Головної зрошувальної насосної станції та шляхом промивки русла р. Інгулець водами з Карачунівського водосховища впродовж всього вегетаційного періоду.

За думкою авторів, запропонований варіант забезпечує певну стабільність якості води в р. Інгулець та Інгулецькому магістральному каналі впродовж всього вегетаційного періоду за агрономічними показниками: середня мінералізація 1,76 - 1,92 г/дм³ (при гранично-допустимому значенні (ГДЗ) - до 0,45-0,50 г/дм³ (за ДСТУ 2730:2015)), вміст хлоридів 9,9 мекв/дм³ (ГДЗ = до 3,0 – 4,0 мекв/дм³). За думкою авторів цієї пропозиції це забезпечує відносну безпеку вторинного засолення і осолонцювання ґрунтів, стабілізує нормативні показники їх родючості та планову врожайність сільськогосподарських культур, але потребує збільшення «маневреності» у роботі ГНС – і це при тому, що об'єму стоку з Карачунівського водосховища просто не вистачає.

За поливний період 2018 року ГНС ІЗС перекачала $W=124520$ тис м³. Враховуючи зазначений обсяг, великий спектр забруднюючих речовин та великий рівень засоленості інгулецької води, для очищення зрошувальної води необхідне застосування різних технологічних схем і хімічних та біологічних реагентів у таких обсягах, що робить використання цієї води дуже нерентабельним процесом.

Крім цього, аналіз водоподачі на зрошувальні системи свідчить, що резервом підвищення економічної ефективності виробництва рослинницької продукції є впровадження науково – обґрунтованих зрошувальних норм. Доцільно нагадати, що затримання на площі 1 м³ води і використання її для формування урожаю в 10 разів дешевше, ніж подача її для зрошення з будь-якого джерела.

За цих умов забезпечення хоч якогось прийняттого рівня врожайності сільгоспвиробники змушені вносити великі кількості мінеральних добрив, у першу чергу – азотовмістких, та інтенсивно обробляти поля препаратами ХЗР. Тож у зоні впливу ІЗС ми маємо досить інтенсивне «нітратне отруєння» і земель, і водоносних горизонтів питної води.

Як наслідок – Білозерський та Великоолександрівський райони мають одні з найвищих показники онкозахворювань в області при тому, що область за цими показниками «передує» в Україні. І ці показники в останні роки інтенсивно зростають (рис.1).

Саме всі ці фактори змушують вирішувати, перш за все, питання боротьби з деградацією земель, а для цього практично єдиним рішенням є закриття ІЗС та перехід на ландшафтне («басинне» з накопиченням води природних опадів) зрошення певних ділянок території з інтенсивною зоо-фітотерапією земель (впровадження вівчарства та вирощування кормових культур), що дозволить інтенсифікувати як розвиток вівчарства та КРС з отриманням такої необхідної «природної органіки» для внесення у ґрунт, так і подальший розвиток овочівництва на «промитих» землях з відповідною сертифікацією «екологічно-чистої продукції» відповідно до вимог ЄС, яка має великий попит у Європі і має дещо інші показники прибутковості.



Рисунок 1 – Рівень онкозахворюваності на 100 тис населення

За існуючих умов знайти будь-які рентабельні технологічні схеми попереднього очищення зрошувальної води з р. Інгулець, на наше переконання, сьогодні неможливо.

В той же час, з точки зору використання додаткових джерел зрошення, можливе використання попередньо очищених побутових стоків та вод поверхневого збору на невеликих площах (від 300 до 1000 га). Це досягається за рахунок застосування сучасних очисних систем (споруд), які виробляються сучасними підприємствами як за кордоном: OTT (Німеччина), FPZ і Dreno (Італія), ЗАТ "Трайденіс" (Литва), AQUATEC VFL s.r.o. (Словаччина), так і в Україні: ТД "Євротрубпласт" (м. Київ), корпорація «Енергоресурс-інвест» (м. Львів) та інші.

З огляду на зазначене та вимог чинного законодавства, в першу чергу Закону України «Про стратегічну екологічну оцінку», має бути виконане екологічне моніторингове дослідження всіх факторів впливу на території, що знаходяться (знаходились) під впливом ІЗС, та скорегувати програми розвитку Херсонської області в сфері агропромислового комплексу з врахуванням катастрофічної втрати аграрно-еколого-ресурсного потенціалу територій, зниження рівня техногенно-екологічної небезпеки життєдіяльності та вирішення проблем із соціально-медичною ситуацією в області.

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В УПРАВЛІННІ ВОДНИМ РЕЖИМОМ ЗРОШУВАНИХ ЗЕМЕЛЬ

Вступ. Ефективний розвиток гідромеліорацій залежить від впровадження сучасних інформаційних технологій. Це стосується як автоматизації роботи по розрахункам режимів зрошення, осушення та їх впливу на довкілля, так і інформаційного забезпечення для планування впровадження заходів по збільшенню врожайності сільськогосподарських культур при мінімальних затратах.

На сьогодні аналіз накопичених даних є одним із найпроблемніших питань, так як процес накопичення інформації відбувається значно скоріше ніж її обробка, аналіз і формулювання висновків і рекомендацій. Насамперед це стосується планування і проведення водокористування на зрошуваних землях тому що: по-перше, ціна помилково прийнятого рішення досить висока, по-друге, рішення мають ґрунтуватись на різнорідних за походженням, але однаковим за територіальною ознакою інформаційних потоках. Підвищення якості і наукового обґрунтування водокористування на зрошуваних землях, запобігання деградації зрошуваних земель неможливе без використання сучасних інформаційних технологій, призначених для аналізу даних про природні і техногенні показники стану зрошуваних площ і напрацювання з цього приводу екологічно і економічно обґрунтованих рішень щодо водокористування на зрошуваних землях.

Основна частина. Для розуміння важливості, цілісності та потужності інформаційних технологій треба окреслити задачі, що обумовлюють водокористування і впливають на прийняття рішень щодо його безпечності та мінімізації впливу на природні екосистеми. Для цього напевно необхідно змінити підходи та тип мислення з дедуктивного на індуктивний. Тобто маючи змогу ефективно вирішувати певну проблему або задачу з допомогою інформаційних технологій вміти її використовувати для безпечного водокористування на зрошуваних землях. Таким чином маючи досить значну кількість інформації з періодичних видань, довідників, архівних документів, інтернет-ресурсів, тощо маємо знайти застосування цим інформаційним технологіям для вирішення питань безпечного водокористування.

Враховуючи, що питання водокористування на зрошуваних землях залежить від кліматичних умов місцевості, розподілу метеорологічних чинників протягом вегетації сільськогосподарських культур і як наслідок, вологості ґрунту під посівами сільськогосподарських культур, то першорядними є інформаційні технології, що забезпечують отримання метеорологічної інформації.

В якості інформаційних ресурсів для геоінформаційного забезпечення вирішення прогнозно-планових задач для отримання гідрометеорологічної

інформації можна використати такі Інтернет-ресурси: RP-5, sinoptik, gismeteo, тощо. З метою отримання інформації про запаси ґрунтової вологи є доцільним використання розрахункових методів [1].

Графічна інтерпретація алгоритму водокористування із застосуванням інформаційних технологій може бути представлена рисунком 1.

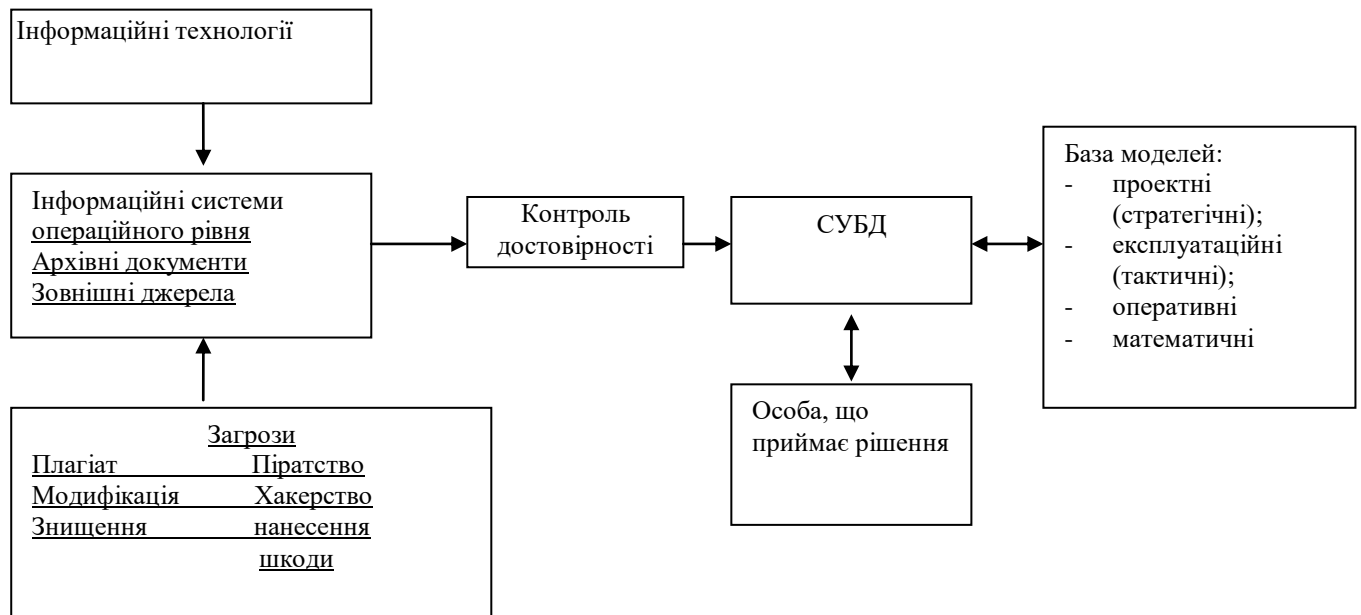


Рисунок 1 – Блок-схема алгоритму планування водокористування

Виходячи із рисунку слід зазначити, що використання інформаційних технологій, насамперед Інтернет ресурсів неминує призведе до певних труднощів і помилок в планування водокористування на зрошуваних землях. Це пов'язано із ризиками отримати недостовірну інформацію. При цьому достовірність інформації може бути порушена як зовнішнім втручанням (комп'ютерні віруси і хакери) так і різними методами, способами і приладами, що причетні до встановлення використаної нами інформації. Тому при їх використанні необхідно контролювати її достовірність або обмежити використання інформаційних технологій, що викликають підозру.

Виходячи із вищевикладеного існує необхідність у формуванні локальної бази даних яка б мала резервну копію та захист від зовнішнього втручання шпигунського програмного забезпечення.

Напевно найбільш достовірною можна вважати інформаційні технології (ресурси), що представлена у вигляді офіційного звіту про вимірювання природних чинників, що проводяться на мережі гідрометеорологічних станцій України. Поряд з цією інформацією наразі існує велика кількість інформації від автоматизованих метеорологічних станцій і постів. Тут постає проблема у способах, приладах і методах вимірювання одних і тих же кліматичних факторів. Так різні способи, прилади і методи дають різні помилки в обчисленнях і похибки вимірювань, що утруднює їх сумісне використання внаслідок накопичення помилок, і як наслідок зменшення якості (точності) використаних моделей.

Висновки. Отже, виходячи із вищевикладеного при використанні інформаційних технологій при управлінні водним режимом зрошуваних земель необхідно прийняти до уваги такі чинники, що можуть значно погіршити якість: вхідні данні мають бути згруповані в залежності від методу, способу отримання інформації, а також приладів якими проводились вимірювання, служб та організацій, що представляють використані інформаційні технології; інформаційні технології мають бути однотипними (електронні ресурси, довідники, офіційні архівні данні, тощо); за умови використання інформації необхідно оцінювати достовірність даних.

Список використаних джерел

1. Литовченко А.Ф. Агрогидрометеорологический метод расчета влажности почвы и водосберегающих режимов увлажнения орошаемых культур в Степи и Лесостепи Украины: монография / А.Ф.Литовченко. - Днепропетровск: Изд-во «Свідлер А.Л.», 2011. – 244 с.

УДК 626.2:504

Руфуллаев Э.И., Османов Ш.Х., Мехтиева Р.И., Мамедов З.А.

Азербайджанское Научно-Производственное Объединение Гидротехники и Мелиорации (НПО Аз.ГиМ), г.Баку

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДНЫХ ПОТЕРЬ ИЗ ВОДОЗАБОРНЫХ МАГИСТРАЛЬНЫХ КАНАЛОВ БАГРАМТАПИНСКОГО ГИДРОУЗЛА И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Введение: В связи с возрастанием в республике потребности в сельскохозяйственной продукции, одним из актуальных вопросов подлежащих разрешению является освоение новых земель, улучшение мелиоративного состояния имеющихся орошаемых земель, определение количества фильтрационных вод, теряемых из ирригационных каналов, выявление и прогнозирование воздействия каналов на окружающую среду, проведение мероприятий по уменьшению водных потерь из каналов.

Южно-Муганьский и Главный Муганьский каналы берущие начало из Баграмтапинского гидроузла обеспечивают орошение земель площадью, приблизительно, 220-240 тыс. га. Эти каналы имеют, в основном, земляные русла и по этой причине КПД их низкий. Поэтому, расчет водных потерь имеющих место в данном регионе из магистральных каналов и их ответвлений, а так же определение воздействия этих потерь на окружающую среду является актуальной проблемой и имеет большое практическое значение [3].

Основная часть. В качестве объекта исследований были выбраны водозаборные магистральные каналы (Южный и Главный Муганьский) Баграмтапинского гидроузла. Проведены эксперименты и аналитические вычисления по определению водных потерь, происходящих на выбранных

объектах, обработаны архивные материалы, а так же осуществлены вычислительные работы касающиеся технических параметров каналов.

Вычисления водных потерь за счет фильтрации в магистральных каналах проведены для характерных участков, выбранных вдоль трассы канала.

Для этого использовались существующие методики для определения водных потерь в каналах с земляным руслом по общепринятым формулам. Для определенной водных потерь в Южном и Главном Муганьский каналах путем аналитических вычислений были накоплены данные о геометрических и гидравлических параметрах этих каналов. [6, с 124-126]

$$\text{При } B/h < 4 \quad Q_k = 0,0116 \cdot k \cdot \mu \cdot (B + 2h); \quad \text{м}^3/\text{сек } 1 \text{ км} \quad (1)$$

$$\text{При } B/h > 4 \quad Q_k = 0,0116 \cdot k \cdot (B + Ah); \quad \text{м}^3/\text{сек } 1 \text{ км}$$

где

K - коэффициент фильтрации грунта м/сут; B - ширина поверхности канала на верхнем уровне воды м; h - глубина воды в канале, м; значения A и μ определяются как соотношение коэффициента уклона (m) и B/h .

Ввиду длительного использования (Южного и Главного Муганьского каналов из-за поднятия уровня грунтовых вод и произвольных водных потерь за счет фильтрации (т.е. в условиях воздействия грунтовых вод) фильтрационные потери из каналов вычислялись по следующей формуле

$$Q_{q,s} = Q_k \cdot \alpha \quad (2)$$

где Q_k - произвольные фильтрационные потери на протяжении 1км канала м³/сек; α - коэффициент, определяемый из таблицы в зависимости от водопотребления канала и глубины залегания грунтовых вод. Произвольные фильтрационные потери на протяжении 1 км канала традиционной формы с бетонным покрытием вычислялись на основании нижепредставленной формулы (3)

$$Q_k = 0,0116 \cdot \frac{k_s}{t} \cdot \left[b \cdot (h + t) + 2h \left(\frac{h}{2} + \frac{m \cdot t}{\sqrt{1 + m^2}} \right) \right] \cdot \sqrt{1 + m^2} \quad (3)$$

где K_s - коэффициент фильтрации экрана м/сут; t - толщина покрытия, м; b - ширина канала в основании, м; h - глубина заполнения канала при расчетном водопотреблении, м; m - коэффициент уклона.

Величина и характер водных потерь меняется в зависимости от гидрогеологических условий на территории прохождения каналов, от специфики фильтрационного процесса, формы и гидравлических параметров каналов, срока их работы, климатических и других факторов. Начиная с Баграмтапинского гидроузла на участках выбранных вдоль трассы каналов до их окончания были вычислены водопотери за счет фильтрации. Результаты гидродинамических вычислений и соответствующих измерений, проведенных на выбранных вдоль каналов участках приведены в таблице 1.

Новый Южно-Муганьский канал, имеющий длину 38,64 км в начале имеет водопропускную способность ПК 5+50 70 м³/сек, фильтрационные потери 0,0135 м³/сек, ПК 5+50 ПК 38-50, в промежуточной части 63,0 м³/сек, фильтрационные потери 0,0123 м³/сек, ПК 38-50 ПК 386+40 35 м³/сек, фильтрационные потери 0,072 м³/сек.

КПД канала был определен на основании данных месячных водозатрат УОС. Так, на Южно-Муганьском канале водопотери составили 37 %, а КПД канала- 0,63. Обследования показали, что в течение года КПД канала меняется в пределах 0,60-0,67 [5, с 36].

Водопропускная способность Нижне-Муганьского канала длиной 44,6 км составляет 26 м³/сек, а фильтрационные потери- 0,065 м³/сек. В период проведения расчетов расход канала был определен в 19,6 м³/сек, а фильтрационные потери- 0,040 м³/сек.

Водопропускная способность канала им. Сабира длиной 14 км установлена в 35 м³/сек, фильтрационные потери 0,103 м³/сек. В период проведения расчетов расход воды в канале составил, 25,4 м³/сек, а фильтрационные потери – 0,063 м³/сек.

Таблица 1 - Гидравлические параметры и фильтрационные потери на Главном и Южном Муганском каналах

Расположение гидрометрических участков	Ширина каналов сверху (с поверхности воды) В, м	Глубина воды в канале, h, м	Увлажненный параметр X·м	Площадь сечения ширины воды канала ω, м ²	Гидравлический радиус R, м	Скорость течения воды в канале v, м/сек	Водопоглощения в канале Q м ³ /сек	Средний показатель коэффициента фильтрации в грунтах русла канала м/сут	Коэффициент, учитывающий влияние грунтовых вод на водные потери	Расчетные водные потери на протяжении 1 км канала м ³ /сек
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Новый Южно-Муганьский канал										
РК 5+50	23	4,7	24,9	70,74	2,838	0,99	70	0,35	0,3	0,0135
РК 38+50	21	4,7	22,9	61,34	2,676	1,027	63	0,42	0,31	0,0123
РК 386+40	25	4,5	26,2	75,38	2,877	0,464	35	0,55	0,34	0,072
Старый Южно-Муганьский канал										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
РК 300+00	28	2,6	25,4	51,74	2,04	0,58	30	0,65	0,35	0,093
РК 655+70	17	1,8	14,59	19,26	1,33	0,779	15	0,85	0,385	0,082
РК 741+20	15	1,5	11,4	12,38	1,086	0,404	5	0,72	0,47	0,074
РК 762+18	11	1	8,6	6,50	0,756	0,615	4	0,65	0,487	0,050
Главный Муганский канал										
Канал им. Сабира	24	3,5	26,619	67,375	2,531	0,519	35	0,563	0,487	0,3
Сабир факт.	20,51	2,17	21,824	37,443	1,716	0,678	25,4	0,563	0,355	0,063
Нижняя Мугань	18	3	20,817	43,500	2,090	0,598	26	0,461	0,495	0,065
Нижняя Мугань факт.	15,49	1,83	16,598	23,323	1,405	0,840	19,6	0,461	0,365	0,040

С целью определения водопотерь на магистральных каналах, берущих воду из Баграмтапинского гидроузла на основании полевых исследований, проведенных вблизи гидрометрических участков, расположенных перпендикулярно центральной оси канала на каждом из них на расстоянии 50 м

друг от друга были вырыты 3 скважины глубиной по 5 метров. На основании показателей скважин и всей совокупности результатов были составлены профили поперечников каналов, а так же литологические разрезы, в скважинах был определен абсолютный уровень грунтовых вод и на основе нижеприведенной формулы Дюпи была определена водопроницаемость основного пласта, а полученные результаты представлены в таблице 2. [1, с.237]

$$q = k \frac{H_1 - H_2}{L} \cdot \frac{h_1 + h_2}{2} \quad (4)$$

На основании полевых исследований установлено, что за счет водных потерь из каналов расход грунтовых вод на протяжении 1км составил для участка прохождения Южно-Муганьского канала через село Гюнешли $q=0,00023-0,0053 \text{ м}^3/\text{сек}$, для участка прохождения Нижне-Муганьского канала через село Гарагоюнлу – $0,0007-0,0036 \text{ м}^3/\text{сек}$, для участка прохождения канала им. Сабира через село Минбашы – $0,0005-0,0031 \text{ м}^3/\text{сек}$. Для определения влияния водных потерь на грунтовые воды в направлениях перпендикулярных каналам на расстоянии 50-100, 150-200, 250-300 и 500 м были вырыты скважины и проведены наблюдения, на основании которых было установлено, что на расстоянии 50 м от канала степень минерализации грунтовых вод составила 2-5 гр/литр, а на расстоянии 500 м - менялась в пределах 8-15 г/литр.

Таблица 2 - Определение водопотерь на основании полевых исследований

Геологические разрезы	Абсолютный уровень грунтовых вод в краевых скважинах по выбранном направлении, м		Уровень грунтовых вод в краевых скважинах по выбранным направлениям, м		Коэффициент фильтрации в грунтах к м/сут.	Расстояния между краевыми скважинам и L, м	Водопроницаемость исследуемого пласта $\text{м}^3/\text{сут}$	Расход грунтовых вод на 1км Q. $\text{м}^3/\text{сек}$
	H_1	H_2	h_1	h_2				
Южно-Муганьский канал								
I-I	9,3	1,80	2,90	2,50	2,250	100	0,456	0,0053
II-II	9,9	1,85	2,95	2,61	1,620	500	0,073	0,0008
III-III	4,70	1,70	2,60	1,60	1,400	500	0,018	0,0002
Канал им. Сабира								
I-I	8,10	2,20	2,90	2,60	1,660	100	0,269	0,0031
II-II	9,40	2,04	3,10	2,50	0,961	500	0,040	0,0005
Нижне-Муганьский канал								
I-I	11,20	2,40	3,00	2,61	1,260	100	0,311	0,0036
II-II	10,91	2,50	3,10	2,67	1,295	500	0,063	0,0007

Подобное изменение минерализации грунтовых вод является закономерным процессом, т.к. вблизи каналов из-за больших водных потерь происходит опреснение подземных вод, а по мере отдаления – степень минерализации грунтовых вод увеличивается, в том числе и за счет их испарения. Прогрессирующее увеличение степени минерализации грунтовых

вод в зоне влияния исследуемых каналов, а также тенденция изменения их уровня связаны, как было указано выше, с водными потерями вдоль профилей каналов.

Выводы.

1. На основании проведенных полевых опытов нами установлено, что за счет водных потерь в каналах собственный расход грунтовых вод в Южно-Муганьском канале составляет $q=0,018-0,456$ м³/сут по длине каналов с водной поверхности 0,038 м³/сек., а в Нижне-Муганьском канале расход воды составил 19,6 м³/сек., фильтрационные потери – 0,0260-0,040 м³/сек. водные расходы равнялись 25,4 м³/сек.

2. КПД каналов определен на основании данных УОС о месячных расходах воды. На Нижнее-Муганьском канале водные потери составили 34%, а КПД канале – 0,66. На канале им. Сабира водные потери равны 29%, а КПД канала -0,71.

3. На основании проведенных исследований установлено, что в Южном и Верхне-Муганьском каналах устранение водных потерь позволит сэкономить в течение года приблизительно 250-300 млн. м³ поливной воды, которая может быть использована для орошения дополнительно 30-35 тыс.га. земли.

4. Водные потери из каналов являются фактором подпитки минерализованных грунтовых вод, и способствуют поднятию их уровня выше критического и вторичному засолению почв. Поэтому для более рационального использования водных ресурсов, правильного регулирования водно-солевого режима почв и сохранения экологического состояния среды необходима реконструкция каналов с земляным руслом и использование более современной технологии орошения.

Список использованной литературы

1. Аверьянов С.Ф. Фильтрация из каналов и ее влияние на режим грунтовых вод. Москва, «Колос», 1982. стр. 237.

2. Алиев Ф.Ш. Использование подземных вод Азербайджанской Республики и геоэкологические проблемы. Баку, изд. Чашыюглу, 2000 г, стр. 326.

3. Ахмедзаде А.Д., Гашимов А.Д. Энциклопедия: Мелиорация и водное хозяйство. Баку, изд Радиус, 2016 г., стр 354.

4. Ведерников В.В. Теория фильтрации и ее применение в области ирригации и дренажа. Госстройиздат. М., 1939 г.

5. Определение водных потерь из каналов, берущих воду из Баграмтапинского гидроузла и разработка рекомендаций по их предотвращению. Научно-технический отчет. АзНПО «Г и М». 2018 г, стр 36.

6. Строительные нормы и правила. Мелиоративные системы и сооружения (СНиП 2.06.03-85 Актуализированная редакция.) Москва, 2015, стр. 142.

Агаев И.А., Ахмедов Б.М., Муслумов А.М.
*Азербайджанское Научно-Производственное
Объединение Гидротехники и Мелиорации (НПОАзГиМ), г.Баку*

СТАТИЧЕСКОЕ И ДИНАМИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ СЕЛЕВОГО ПОТОКА ГОРНЫХ РЕК НА СООРУЖЕНИЯ

Введение. Горные реки Азербайджана стекающие со склонов Большого Кавказа характеризуются особенными гидрологическими, геологическими и гидроморфологическими условиями. При прохождении ливневых осадков большой интенсивности происходит быстрое нарастание паводков, которые транспортируют большое количество твердого материала (наносы, глина, песок, гальку, деревья и пр.). На этих реках возникают селевые потоки структурного, турбулентного или паводкового типа.

Устройство гидротехнических сооружений (берегозащитных, регуляционных и др.) служат для регулирования русловой деятельности селевого потока. Эти сооружения представляют собой конструкции постоянного типа, выполняются из железобетона, бетона, металла и имеют высокую стоимость. Селезащитные сооружения, в гидротехнической практике, относятся к подпорным сооружениям, для которых имеются нормативные документы по статическому и динамическому расчету [1, с.280].

Опыт эксплуатации гидротехнических сооружений на горных реках (Курмухчай, Катехчай, Кишчай и др.) установил, что существующие нормативные документы и рекомендации не соответствуют требованиям надежности и устойчивости этих сооружений, они часто, разрушаются, а это приводит катострафическим последствиям. Поэтому необходимо разработать статические и динамические расчеты селезащитных сооружений, которые отвечали бы характеру движения селевого потока.

Основная часть. Устойчивость подпорного сооружения в значительной мере зависит от нагрузки производимое потоком на сооружение, которое зависит от характера движения потока по руслу реки. В существующих нормативных документах (СН и П II-6-74) движение потока в русле реки рассматривают как неравномерное плавно изменяющееся движение. При таком характере движения воды, основной целью гидравлического расчета является определение зависимости между глубинами и скоростями потока в различных сечениях. Для определения потери энергии между сечениями пользуются формулой Шези [2, с.332]. Используя эту методику, определяют основные гидравлические параметры потока в любом сечении по длине русла (h ; V ; Q), которые позволяют установить действующие нагрузки на сооружения (статическое и динамическое) и произвести расчет устойчивости сооружения на сдвиг по плоскости.

Статическое и динамическое воздействие потока на сооружение определяются по следующим зависимостям:

- гидростатическое давление

$$P_1 = \frac{\gamma_c}{2} \cdot h_c \cdot B \quad (1)$$

- гидродинамическое давление

$$P_2 = \frac{\gamma_c}{g} \cdot \omega_c \cdot V_c^2 \cdot \sin \alpha \quad (2)$$

- давление твердых тел влекомого потоком

$$P_3 = K \frac{\gamma_T - \gamma_c}{g} \cdot \omega_T \cdot V_c^2 \cdot \sin \alpha \quad (3)$$

где V_c ; ω_c ; γ_c ; - скорость, площадь сечения и объемный вес селевого потока,

h_c – максимальная глубина селевого потока,

α – угол между динамической осью селевого потока и сооружением.

$$K = \frac{D_{max}}{d} \text{ - опытный коэффициент}$$

где D_{max} – диаметр твердого тела

d – диаметр площади соприкосновения.

Исследования проведенные нами, а также другими учеными позволили установить, что селевые потоки, протекающие по руслу рек имеют две характерные особенности, которые отличают их от обычных паводочных потоков [3, с.313]:

1. Селевые потоки бывают сильно насыщены твердыми материалами (песок, глина, галька, деревья и пр.) которую образуют селевую смесь, объемный вес которой значительно превышает объемный вес воды ($\gamma_c = 1,1 \div 2,3$ т/м³).

2. Селевой поток проходит по руслу реки в виде волн возмущений, которые обладают значительной энергией.

Эти особенности затрудняют определение основных гидравлических параметров, на базе которых производится расчет на устойчивость селезащитных сооружений.

Для определения скоростей движения селевых потоков существует ряд эмпирических и полуэмпирических формул. При рассмотрении этих формул, скорость селевого потока определяется введением некоторого коэффициента, который в той или иной мере зависит от степени содержания в потоке твердой фазы. В этих формулах экспериментальные коэффициенты меняются в довольно в большом диапазоне и его субъективное назначение может привести при практических расчетах к большим погрешностям.

Для решения поставленной задачи нами принята физическая модель селевого потока в виде волнового движения, которая позволит установить его гидравлические параметры.

Процесс образования и перемещения селевого потока в виде волны состоит из 4^х этапов:

1. Образование «заторов» на различных участках водотока и накопление селевого материала.
2. Разрушение «заторов» и образование волны на главном водотоке реки (возможно образование на нескольких одновременно).
3. Движение селевого потока по руслу в виде моноклиальной волны с крутым профилем по главному водотоку.
4. Затухание и разрушение волны на конусе выноса реки.

На первом этапе устанавливаются максимальный подъем уровня воды (H_{max}), который возникает при образовании «заторов». Применяя второй закон Ньютона и условия неразрывности потока, нами получена следующая зависимость:

$$H_{max} = h_1 \cdot \sqrt{1 + 4Fr_1} \quad (4)$$

где h_1 и Fr_1 – глубина и число Фруда на участке реки, где возникает волна, эти параметры определяются по уравнению Шези.

На втором этапе происходит внезапное разрушение «затора» и возникает волна, которое имеет резкое изменение уровня. Принятая модель возникновения волны, хорошо изучена теоретически, а также имеются экспериментальные данные по образованию волны при внезапном разрушения «затора» [4, с.336]. Согласно этим данным скорость перемещения волны (V_b) и глубина волны (h_b) определяются по следующим зависимостям:

$$V_b = 2\sqrt{g \cdot H_{max}} \quad (5)$$

$$h_b = H_{max} \quad (6)$$

Принятая модель распространения волны позволяет установить максимальную высоту селевого потока, которая определяется по зависимости:

$$h_c = h_b + h_1 \quad (7)$$

где h_c – максимальная высота селевого потока,

h_1 – уровень воды в русле до возникновения селевого движения.

На третьем этапе в русле возникает устойчивая длинная волна. Одной из форм длинных волн являются моноклиальные волны.

Моноклиальная волна является особым случаем неустановившегося движения, она имеет устойчивый профиль, очертание которого не изменяется по мере его перемещения вниз по течению. Моноклиальные волны имеют следующие отличительные характеристики;

а) положение фронта волны в разные моменты времени параллельны друг другу,

б) скорость перемещения фронта волны больше средней скорости потока,

в) профиль волны перемещается с постоянной скоростью [5, с.386].

Принятая модель движения селевого потока, как перемещение моноклиальной волны по шероховатому руслу, предлагаются уравнения, которые позволяют определить основные его гидравлические параметры (h , Q и V).

Согласно этой модели, глубина фронта волны изменяется от верхнего к низовому сечению достаточно круто. Скорость волны (V_b) больше средних скоростей V_1 и V_2 в областях с равномерным движением. Поскольку профиль волны имеет устойчивое очертание и постоянный объем, то из условия неразрывности потока имеет:

$$Q_0=(V_b- V_1)\cdot\omega_1=(V_b - V_2)\cdot\omega_2 \quad (8)$$

где Q_0 – обгонный дополнительный расход; V_b – скорость волны; V_1 и V_2 – средние скорости в верхнем и нижнем течении; ω_1 и ω_2 – площадь сечения в верхнем и нижнем течении.

Расчет статического и динамического воздействия селевого потока на гидротехнические сооружения проводится по следующей последовательности.

1. По справочным гидрологическим материалам устанавливаем расчетный расход реки Q_1 ;

2. При известных параметрах русла реки (уклон, шероховатость, формы сечения и пр.) по уравнению Шези устанавливаем скорость потока (V_1), глубину (h_1) и число Фруда (Fr_1);

3. По уравнению (4) устанавливаем максимальный подъем уровня воды (H_{max}) на главном водотоке;

4. По зависимостям (5), (6) и (7) определяем скорость волны (V_b), высоту волны (h_b) и уровень селевого потока (h_c).

5. По уравнению (8) определяем дополнительный (обгонный) расход селевого потока;

6. По опытным данным, устанавливаем объемный вес селевого потока (γ_c) и (K);

7. По зависимостям (1), (2) и (3) устанавливаем статическое (P_1), динамическое (P_2) и также ударное воздействие селевого потока (P_3) на сооружение.

Выводы. Определены статические и динамические нагрузки селевого потока на гидротехнические сооружения, которые располагаются на горных реках Азербайджана.

Список использованной литературы

1. Əhmədov B.M., Ağayev İ.H., Müslümov A.M. “Kürmükçayda tikilmiş sahil mühafizə qurğularının dayanıqlılığının artırılması və iş rejiminin yaxşılaşdırılmasından ötrü hidrotexniki tədbirlər” AzH və M EİB-nin Elmi əsərlər toplusu. XXXIV cild Bakı, Elm-2015, s. 274-285.
2. Методы расчета устойчивости и прочности гидротехнических сооружений. (под.ред. Н.И.Лихачева), М. Стройиздат, 1996 с.327-345.
3. Гагошидзе М.С. «Селевые явления и борьба с ними» Сакортвелло, Тбилиси, 1970 г.
4. Бернар Ле Меоте «Введение в гидродинамику и теорию волн на воде» Гидрометеоздат Л. , 1974 г. с. 335-337.
5. Чоу В.Т. «Гидравлика открытых каналов» Строительство, М. 1969 г., с. 384-388

УДК 631.67(477.72)

**Андрієнко І.О.¹, Морозов О.В.², Волошин М.М.², Шапоринська Н.М.²,
Морозов В.В.², Морозова О.С.²**

¹*Басейнове управління водних ресурсів нижнього Дніпра, м. Херсон, Україна*
²*ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет», м. Херсон, Україна*

СУЧАСНИЙ СТАН ТА ОСНОВНІ ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИКУ ЗРОШЕННЯ В ХЕРСОНСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Вступ. Значна частина території України розташована в зонах недостатнього та нестійкого зволоження, тому продовольче та ресурсне забезпечення держави, а відповідно і продовольча безпека значною мірою залежить від наявності, стану та ефективності використання зрошуваних земель. Найбільшу площу зрошуваних земель в Україні займали на початку 90-х років минулого століття (2,65 млн.га), що становило 8,0 % площі ріллі. У цей період зрошуваних земель, завдяки досить високому рівню їх використання (майже на 80 % площ зрошуваних земель фактична врожайність відповідала проектному рівню), забезпечували до 30 % валового виробництва продукції рослинництва в Україні [1-4].

Особливо значною була частка виробництва продукції на зрошуваних землях і південних областях (Херсонської, Одеської, Миколаївської, Запорізької) та АР Крим. Так зрошуваних земель в Херсонській області на початку 90-х років минулого століття займали 455,17 тис. га. Площа зрошуваних земель яка поливалась складала 441,86 тис.га (97,07 % до наявних зрошуваних земель).

Нажаль, починаючи з 1992 року, на фоні загальноекономічної кризи, відбулось некероване скорочення площ фактичного поливу та суттєве зниження ефективності використання зрошуваних земель. В останні десятиріччя завдяки зусиллям Басейнового управління водних ресурсів (БУВР) нижнього Дніпра

Держводагентства України та сільгосптоваровиробникам за останній час було призупинено скорочення площ зрошуваних земель та завдяки реконструкції та модернізації зрошувальних систем збільшено площі поливу Херсонської області.

Основна частина. Основні проблеми сучасного зрошення в умовах Херсонській області супроводжуються наступними процесами та явищами:

- порушення технологічної цілісності зрошувальних систем, яку спричинено розпаюванням земель, і, як наслідок, подрібненням земельних ділянок та збільшенням кількості землекористувачів, передачею внутрішньогосподарських мереж у комунальну власність [1, 6];

- погіршення технічного стану міжгосподарської та особливо внутрішньогосподарської мережі зрошувальних систем, недостатньої роботи з реконструкції наявних зрошувальних систем, але і капітальних та поточних ремонтів у зв'язку з недостатнім державним фінансуванням;

- недостатньої кількості та незадовільного стану оновлення парку дощувальних машин з причин відсутності дієвих механізмів державної підтримки виробництва та придбання засобів поливу;

- недосконалість існуючого законодавства в частині відповідальності землевласників та землекористувачів за цільове та ефективне використання зрошуваних земель та невизначеності мінімально необхідних для забезпечення окупності інвестицій термінів оренди зрошуваних земель [1, 6];

- незадовільним агроресурсним станом зрошуваних земель внаслідок порушення структури посівних площ та сівозмін, технологій вирощування сільськогосподарських культур, вкрай низьким рівнем ресурсного забезпечення технологій вирощування сільськогосподарських культур;

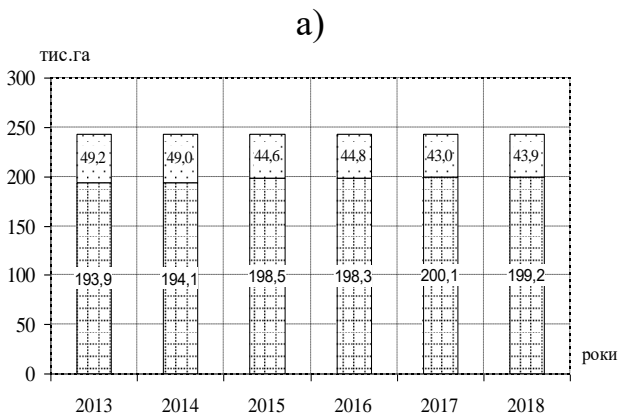
- різкого зростання вартості електроенергії, відсутності дієвих механізмів державної підтримки ефективного використання зрошуваних земель, у тому числі компенсацій з державного бюджету оплати вартості електроенергії, що витрачається для подачі води на зрошення;

- недостатнім рівнем бюджетного фінансування на утримання державних водогосподарсько-меліоративних систем та природоохоронних заходів;

- недостатніми обсягами впровадження ресурсо-і енергозберігаючих технологій ведення землеробства на зрошуваних землях [1, 6].

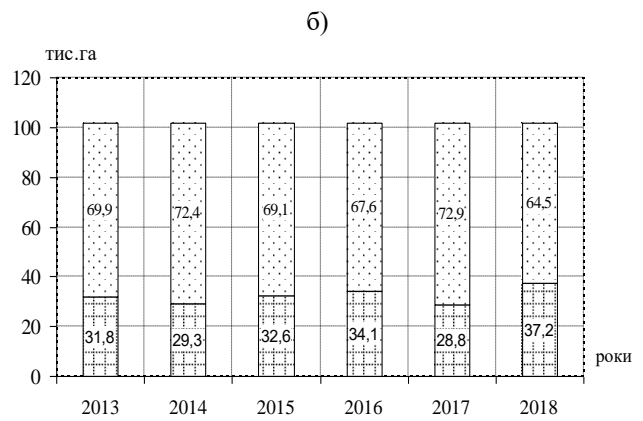
Із перерахованих основних причин неефективного використання потенціалу зрошувальних систем вирішальна роль належить факторам, які суттєво впливають на собівартість подачі води та забезпечення безперебійної її подачі протягом вегетаційного періоду у необхідних обсягах. Цими та іншими факторами обумовлене постійне зростання вартості послуг з подачі води на зрошення в цілому.

Каховська зрошувальна система (ЗС). За останній час (2013-2018 рр.) площі зрошуваних земель на Каховському ЗМ не скорочуються і складають 243,1 тис.га. Фактичні площі поливу протягом цього періоду мають стійку тенденцію до збільшення, з 79,8 % до наявних земель у 2013 році, до 81,9 % від наявних зрошуваних земель у 2018 році (рис. 1а). Темп приросту зрошуваних земель на Каховському зрошуваному масиві складає 0,88 тис.га/рік.



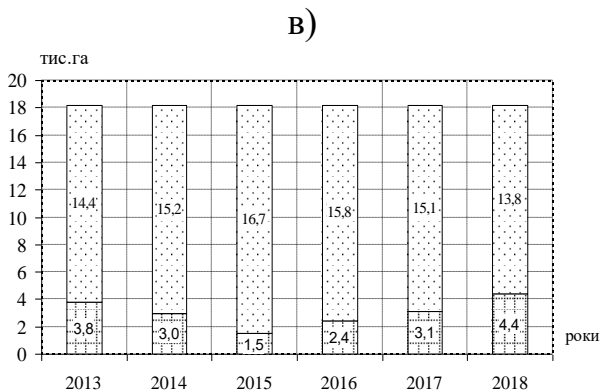
□ площі фактичного поливу, тис.га □ площі неполивних земель, тис.га

Площі поливу земель Каховської зрошувальної системи Херсонської області



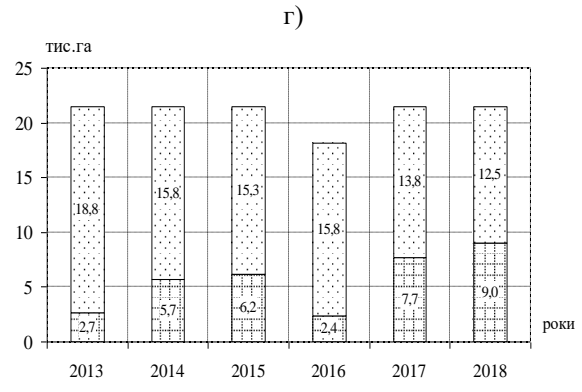
□ площі фактичного поливу, тис.га □ площі неполивних земель, тис.га

Площі поливу земель в зоні Північно-Кримського каналу Херсонської області



□ площі фактичного поливу, тис.га □ площі неполивних земель, тис.га

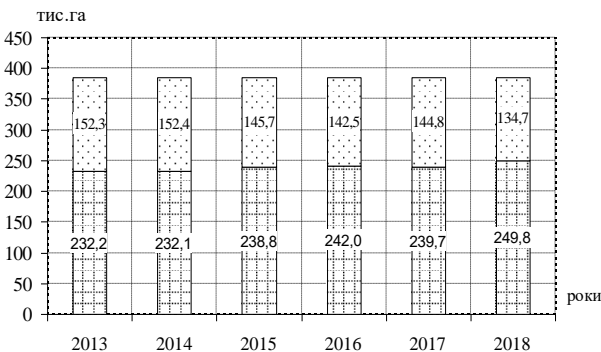
Площі поливу земель на Інгулецькій зрошувальній системі в межах Херсонської області



□ площі фактичного поливу, тис.га □ площі неполивних земель, тис.га

Площі поливу земель на локальних Правобережних зрошувальних системах Херсонської області

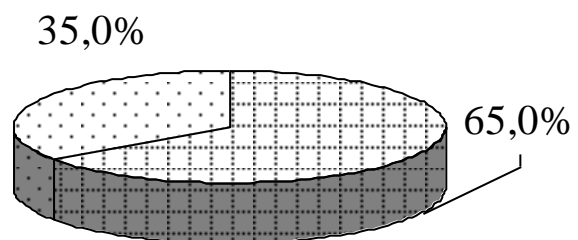
2018 рік



□ площі фактичного поливу, тис.га □ площі неполивних земель, тис.га

Всього по області

Рисунок 1 - Динаміка площ фактичного поливу земель на зрошувальних системах Херсонської області



Питома вага поливних і неполивних земель на ЗС Херсонської області

Північно-Кримський канал (ПКК). За останній час (2013-2018 рр.) площі зрошуваних земель на ПКК не скорочуються і складають 101,7 тис.га. Фактичні площі поливу протягом цього періоду мають стійку тенденцію до збільшення, з 31,8 % до наявних земель у 2013 році, до 37,2 % від наявних

зрошуваних земель у 2018 році (рис. 1б). Темп приросту зрошуваних земель на Північно-Кримському каналі складає 0,90 тис.га/рік.

Інгулецька зрошувальна система (в межах Херсонської області). За останній час (2013-2018 рр.) площі зрошуваних земель на Інгулецькій ЗС не скорочуються і складають 18,2 тис.га. Фактичні площі поливу протягом цього періоду мають стійку тенденцію до збільшення, з 20,88 % до наявних земель у 2013 році, до 24,17 % від наявних зрошуваних земель у 2018 році (рис. 1в). Темп приросту зрошуваних земель на Інгулецькій зрошувальній системі в межах Херсонської області складає 0,10 тис.га/рік.

Правобережні зрошувальні системи. За останній час (2013-2018 рр.) площі зрошуваних земель на Правобережних ЗС не скорочуються і складають 21,5 тис.га. Фактичні площі поливу протягом цього періоду мають стійку тенденцію до збільшення, з 12,56 % до наявних земель у 2013 році, до 41,86 % від наявних зрошуваних земель у 2018 році (рис. 1г). Темп приросту зрошуваних земель на Правобережних ЗС Херсонської області складає 1,05 тис.га/рік.

За останній час (2013-2018 рр.) площі всіх зрошуваних земель Херсонської області не скорочуються і складають 384,5 тис.га. Фактичні площі поливу протягом цього періоду мають стійку тенденцію до збільшення, з 60,39% до наявних земель у 2013 році, до 64,97 % від наявних зрошуваних земель у 2018 році (рис. 1д). Темп приросту зрошуваних земель по Херсонській області складає 2,95 тис.га/рік.

Висновки.

1. Зусиллями Басейнового управління водних ресурсів нижнього Дніпра Держводагентства України та сільгосптоваровиробниками за останній час було призупинено скорочення площ зрошуваних земель та завдяки реконструкції зрошувальних систем (поточні та капітальні ремонти) збільшено площі поливу Херсонської області.

2. Для сучасного етапу розвитку зрошення в Херсонській області, однією з ключових проблем якого є відновлення зрошення шляхом модернізації та реконструкції зрошувальних систем із застосуванням новітніх способів та техніки поливу (низьконапірні дощувальні машини, ресурсозберігаючі режими зрошення тощо). Роботи з відновлення та розвитку зрошення дозволять не тільки збільшити площу зрошуваних земель та оптимізувати експлуатаційні витрати у тому числі на подачу води на зрошення.

Список використаних джерел

1. Балюк С.А. Проблеми зрошення в Україні в контексті зарубіжного досвіду / С.А. Балюк, М.І. Ромащенко // Вісник ХДАУ. – 2000. – № 1. – С. 27-35.
2. Ромащенко М.І. Зрошення земель в Україні. Стан та шляхи поліпшення / М.І. Ромащенко, С.А. Балюк. – К.: Світ, 2000. – 114 с.
3. Балюк С.А. Наукові аспекти сталого розвитку зрошення земель в Україні / С.А. Балюк, М.І. Ромащенко // Пленарна доповідь [«VIII з'їзду

грунтознавців та агрохіміків України] (25 липня 2006 р.) – К.: ТОВ «ДІА», 2006. – 32 с.

4. Ромащенко М.І. Наукові засади розвитку зрошення земель в Україні / М.І. Ромащенко. – К.: Аграрна наука, 2012. – 28 с.

5. Системи землеробства на зрошуваних землях України / За наук. ред. Р.А. Вожегової. – К.: Аграрна наука, 2014. – 360 с.

6. Ромащенко М.І. Наукові засади розвитку зрошення земель в Україні. – К.: Аграр. наука, 2012. – 28 с.

УДК: 631.67:628.171

Гурбанов М.Ф.

*Азербайджанское Научно-Производственное
Объединение Гидротехники и Мелиорации (НПОАзГиМ), г.Баку*

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ВОДНЫЕ ИСТОЧНИКИ ДЛЯ ОРОШЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ МУГАНО-САЛЬЯНСКОГО МАССИВА

Введение. В связи с развитием орошения, промышленных и энергетических объектов, увеличением численности населения и т.п. из года в год возрастает потребность в пресной воде, создается напряженность в водном балансе мира. По данным специалистов многих стран мира, в том числе и Азербайджана, ощущается острая нехватка питьевой и оросительной воды, имеет место проблема дефицита воды, или так называемого «водного голодания»[1,с.33; 5,с.30; 6,с.68].

Муганский Водо-Хозяйственный район (МВХР) отличается недостатком запасов воды сформировавшейся на этой территории. Общий объем воды в средневодных годах маловодных рек этого района составляет 50 млн. м³, а в маловодных годах 16,6 млн. м³. Полив площадей, входящих в район МВХР, осуществляется с помощью каналов им. Сабира, Акуша, Главного Муганского канала, питающихся реками Кура и Аракс.

Расчеты регионального водного баланса, проведенного на основании сведений ОАО Мелиорация и Водного Хозяйства Республики показывают, что на орошаемых землях Мугано-Сальянского массива также существует недостаток поливной воды. С другой стороны возникшая за последние 10-лет засуха оказала серьезное влияние на водный режим рек Куры и Аракса. Наблюдения показывают, что за последние годы уровень воды в реке Кура снижается. В некоторых случаях маловодье бывает в такой степени, что сооружения насосных станций, берущие воду из реки Кура, не могут исполнять свои функции. А это создает серьезные проблемы сельскохозяйственным культурам в вегетационный период. Согласно программе мелиоративных мероприятий, обеспечивающих развитие сельского хозяйства (в основном производство зернового и животноводческого продуктов), в республике за 2015-2020-е года было предусмотрено использовать 200 тыс. га площади зимних пастбищ, расположенных на территории Мугано-Сальянского массива.

Поэтому встает вопрос поиска новых, нетрадиционных источников воды. Одним из этих источников являются коллекторно-дренажные сети. Использование отводимых ими воды для орошения позволяет частично покрыть дефицит водных ресурсов. В Азербайджане ресурсы сбрасываемых коллекторно-дренажных вод составляют примерно 5,8 млрд. м³ [2,с.95].

Основная часть. Возможности полива сельскохозяйственных культур минерализованными водами были широко изучены в республиках бывшего СССР, США, Индии, Израиле, Алжире и в других странах [3,с.189; 4,с.46; 10,с.11; 11, с.11].

Дренажные воды крупных коллекторов в основном впадают в Мугано-Сальянский собиратель и Главный Мильско - Муганский коллектор, а затем стекают в Каспийское море. Анализы показывают, что орошаемые площади массива были обеспечены коллекторно-дренажной сетью. По наблюдениям в засушливые годы при недостаточности воды на орошаемых землях имеется достаточно возможностей полива сельскохозяйственных культур коллекторно-дренажными водами. Основные крупные коллекторы, построенные на Мугано-Сальянском массиве, приведены в таблице 1 [7, с.250].

Таблица 1 - Основные показатели крупных коллекторов построенных, на Мугано-Сальянском массиве

Название коллектора	Дата стр-ва	Расход, м ³ /сек	Длина, Км	Дренирующей площадью тыс. га	Место расположения
ГММК	2006	107	112	103,5	Мильская и Муганская степь
Джафарханский	1950	3	17	8	Муганская степь
Северо-Акушинский	1950	4	27	9	Сальянская степь
Средне-Акушинский	1951	5	15	8	Сальянская степь
Прикуринский II	1952	5	29	15	Муганская степь
Центральный	1953	4	15	8	Сальянская степь
Прикуринский I	1953	4	18	11	Муганская степь
Сабирский	1953	10,7	37,7	17	Муганская степь
Мугано-Сальянский	1953	34	104	150	Муганская степь
Азизбековский	1954	4	72	18	Муганская степь
Саатлинский	1954	7	21	15	Муганская степь
Левобережный	1954	3	18	11	Муганская степь
Правобережный	1954	6	4	12	Муганская степь
Юго-Восточный	1955	5	30	20	Сальянская степь
Прикуринский	1951	3	17	7	Сальянская степь

При использовании коллекторно-дренажных вод в целях орошения наравне с расходами коллекторов одним из основных задач, принимаемых во внимание, является их минерализация. Сведения о химическом составе и минерализации вод вышеуказанных коллекторов приведены в таблице 2.

Условные обозначения графы химического состава нижеследующие: SO₄, X-Cl, K-Ca, M-Mg, Na. Как видно из таблицы 2 самое большое значение минерализации воды Главного Мильско-Муганского коллектора на территории Сабирабадского района равна 10,09 г/л. Минерализация ГММК-а на территории

Саатлинского района равна 5,25 г/л, на территории Сальянского района 6,82 г/л, на территории Нефтечалинского района 4,82 г/л. Минерализация других коллекторов тоже не очень велика. Так как, в Мугано-Сальянском сбросе это значение составляет 4,86-6,13 г/л, в Прикуринском II 4,42 г/л, в Джафарханском 5,37 г/л, в Левобережном коллекторе 7,85 г/л, Саатлинском 6,21 г/л, Сабирском 6,21 г/л, Северо-Акушинском 8,62 г/л. По химическому составу эти воды в основном сульфатно-хлоридно-натриевые, в некоторых коллекторах хлоридно-сульфатно-кальциево-натриевые и сульфатно-хлоридно-магниевые-натриевые.

Таблица 2 - Химический состав и минерализация вод крупных коллекторов Мугано-Сальянского массива (г/л)

Название коллекторов	CO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na	Минерализация	Химический состав
ГММК на территории Саатлинского района	0,43	1,46	1,75	0,21	0,28	1,31	5,25	с-х-м-н
ГММК на территории Сабирабадского района	0,39	4,12	3,95	0,46	0,39	3,78	10,9	с-х-н
ГММК на территории Сальянского района	0,37	1,87	2,27	0,28	0,24	1,79	6,82	с-х-н
ГММК на территории Нефтечалинского района	0,38	1,36	1,95	0,30	0,29	1,08	4,82	х-с-к-м-н
Мугано-Сальянский сброс в Сабирабадском районе	0,36	1,06	1,59	0,35	0,27	0,87	4,86	х-с-к-м-н
Мугано-Сальянский сброс рядом с морем	0,36	1,35	2,05	0,52	0,32	1,53	6,13	х-с-к-м-н
Прикуринский II	0,38	1,45	1,07	0,41	0,30	0,81	4,42	х-с-к-м-н
Джафарханский	0,38	1,54	1,41	0,37	0,22	1,45	5,37	с-х-н
Левобережный	0,44	2,41	1,98	0,32	0,29	2,41	7,85	с-х-н
Саатлинский	0,38	1,88	1,71	0,36	0,25	0,63	6,21	с-х-н
Правобережный	0,38	1,85	2,85	0,38	0,31	2,35	8,15	с-х-н
Северо-Акушинский	0,34	2,48	2,73	0,36	0,30	2,41	8,62	с-х-н
Сабирский	0,38	1,88	1,71	0,36	0,25	0,63	6,21	с-х-н

Многолетние орошения сельскохозяйственных культур минерализованной водой доказывают, что в условиях Мугано-Сальянского массива, характеризующийся средне и тяжелосуглинистыми по механическому составу почвогрунтами, порогом минерализации коллекторно- дренажных вод для полива можно принять минерализацию до 5 г/л. При такой минерализации урожайность хлопка-сырца достигает 30 ц/га [8,с.24]. А при ее минерализации 6-7 г/л поливы должны чередоваться с пресной водой; при минерализации коллекторно-дренажной воды больше 7 г/л ее необходимо разбавлять пресной водой до допустимого предела. Результаты анализов дают возможность прийти к следующему выводу, что с водами минерализацией 4,42-5,97 г/л коллекторов Прикуринской II, ГММК на территории Нефтечалинского района, Мугано-Сальянского сброса в Сабирабадском районе, ГММК на территории Саатлинского района, Джафарханского коллектора можно поливать сельскохозяйственные культуры, при этом, не разбавляя пресной водой. При использовании вод других коллекторов с целью орошения или полива должны

чередоваться с пресной водой (6-7 г/л), или коллекторно-дренажные воды необходимо разбавлять пресной водой до допустимого предела (> 7 г/л.).

По отчетам соответствующих отделов Открытого Акционерного Общества Мелиорации и Водного Хозяйства Азербайджана каждый год по крупным коллекторам в море стекают 5880 млн. м³ коллекторно-дренажных вод. В Кура-Араксинской низменности минерализация коллекторно-дренажных вод изменяется в пределах от 0,5 г/л до 100 г/л. Ресурсы коллекторно-дренажных вод и их минерализация по отдельным низменностям отражаются в таблице 3.

Таким образом, запасы коллекторно-дренажных вод с минерализацией до 5 г/л составляют 1357 млн. м³, с минерализацией 5-10 г/л 1538 млн. м³, 2985 млн. м³ коллекторно-дренажных вод имеют минерализацию больше 10 г/л.

Если принять, что средняя вегетационная поливная норма равна 8000 м³/га, то 2895 млн. м³ коллекторно-дренажной водой с минерализацией до 10 г/л можно поливать 362,0 тыс. га дополнительной площади.

Таблица 3 - Ресурсы и минерализации коллекторно-дренажных вод по низменностям, млн. м³ [9]

Низменность	Минерализация коллекторно-дренажных вод, г/л								Всего
	< 1,0	1-3	3-5	5-10	10-15	15-25	25-35	> 35	
Карабахская	192	105	164	270	173	142	138	131	1417
Мильская	-	92	146	148	122	113	91	71	783
Ширванская	55	168	219	351	294	141	80	38	1366
Юго-Восточный Ширван	-	12	62	7	58	54	41	25	326
Муганская	-	29	113	612	296	166	158	139	1517
Сальянская	-	-	-	83	150	153	50	35	471
Всего	247	406	704	1538	1198	769	558	459	5880
%	4,2	6,9	11,9	26,2	20,3	13,0	9,5	8,0	100

Выводы. 1. Ресурсы минерализованных вод с различными минерализациями в республике Азербайджан составляют 5,8 млрд. м³, в перспективе общий сток их возрастет. 2. В вегетационный период из среднегодового стока минерализованных вод 2895 млн. м³, могут быть использованы, при орошении. 3. Из отдельных регионов республики наибольшими ресурсами минерализованных вод, пригодных для орошения обладает Мугано-Сальянский массив.

Список использованной литературы

1. Воскресенский К.И., Соколов А.А., Шихламанов И.А. - Ресурсы поверхностных вод СССР и их изменение под влиянием хозяйственной деятельности // Водные ресурсы, 1973, № 2, с.33-37.
2. Алимов А.К. Оценка и прогноз качества коллекторно-дренажных вод и возможности использования их в народном хозяйстве. Баку: Элм, 1997, 192 с.
3. Рахимбаев Ф.М., Ибрагимов Г.А. - Использование дренажных и грунтовых вод для орошения. М.: Колос, 1978, 189 с.

4. Буданов М.Ф. -Влияние орошения минерализованными водами на почвы // Тр. Улр.НИИГиМ, вып. 77/3, Киев, 1956, с.46-58.
5. Искендеров М.Я. - Использование коллекторно-дренажных вод для орошения хлопчатника в условиях Северной Мугани // Мелиорация и водное хозяйство. 2012. № 5, с.30-31.
6. Маслов Б.С., Нестеров А.Е. -Вопросы орошения и осушение в США. М.: Колос,1967, с.68-84.
7. Ахмедзаде А.Д, Гашимов А.Д. - Кадастры Мелиоративных и Водохозяйственных систем. Баку: Азернешр, 2006, 272 с.
8. Бехбудов А.К. -Некоторые вопросы использования минерализованных вод для промывки и орошения / Сб. Использование пресных и минерализованных вод при орошении и промывках земель. М. 1987, с.24-27.
9. Зейналова О.А., Искендеров М.Я. -Оценка пригодности коллекторно-дренажных вод для орошения. // Азербайджанская аграрная наука, 2013, № 9, с.83-86.
10. Tamara Akira. The interenceot dilute seawater irrigation on the quality eggplant Japan, Soastbioenvirion. Vol 3, 2004, p.31-40.
11. Bert Jan Heit (Netherlands) - Climate chande Adaptaion and water. Regional Veeting on Water in the Mediterranean Basin, Letcosa , 2008, p.10-11.

УДК 631.67:528.88(477)

Власова О.В., Шевченко А.М.

Институт водних проблем і меліорації НААН, м. Київ, Україна

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗРОШУВАЛЬНИХ СИСТЕМ ПОСУШЛИВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ ЗА СУПУТНИКОВИМИ ДАНИМИ

Вступ. Зміну клімату визнано однією з найважливіших природних подій останніх років. Річне підвищення температури впливає на зміну кількості і розподіл опадів, що призводить до таких природних явищ, як посухи. У зв'язку з цим виникає потреба в оцінці запасів водних ресурсів і ефективності роботи зрошувальних систем у посушливій зоні України.

На території Херсонської області, що знаходиться в цій зоні розташовані іригаційні системи площею 426,8 тис. га, які забезпечують високу урожайність сільськогосподарських культур і потребують точної, всебічної оцінки реального стану, при якому функціонують іригаційні системи. Іригаційні системи потребують оцінювання результатів їх експлуатації за показниками ефективності. Використання супутникових даних локального і регіонального рівня дає можливість не тільки оцінити ефективність функціонування зрошувальних систем, а й оцінити негативний і позитивний вплив зрошення у межах зрошувальних систем [1, с. 282]. У роботі запропоновано інтегроване використання індексів-показників і спектральних індексів для всебічної оцінки функціонування зрошувальних систем. Оцінка виконується у два етапи:

ефективність функціонування зрошувальних систем на локальному рівні (динаміка зрошення, робота дощувальної техніки, захист земель від підтоплення) та оцінка стану території зрошення на регіональному рівні.

Основна частина. Методика оцінки ефективності функціонування зрошувальних систем на локальному рівні ґрунтується на використанні інтегрованої інформації різних категорій: динаміки змін площ зрошення, ефективності роботи дощувальної техніки, ефективності захисту земель від підтоплення. У розрахунках використано спектральні індекси NDWI та NWI [2, с. 261].

Відомо, що результатом роботи зрошувальної системи є додаткове водне навантаження на ділянки зі зміненими умовами природного зволоження. Такими ділянками є фактично политі землі, що визначалися за запропонованою нами формулою: $I_F = F_A / F_{ir}$, де F_A , га – фактично полита площа, F_{ir} , га – площа зрошуваних земель. I_F дає можливість оцінити ефективність роботи зрошувальної системи у часі. На прикладі Каховського зрошуваного масиву Херсонської області розраховано динаміку змін площ зрошення. Загальна площа Каховського зрошуваного масиву за даними Басейнового управління водних ресурсів Нижнього Дніпра становить 61,625 тис. га. Дані про фактично политі площі були отримані від Каховського міжрайонного управління водного господарства. Дослідження проводились з 2000 р. по 2011 р.

Індекс-показник ефективності роботи дощувальної техніки розраховано за розробленою формулою як відношення площі зволоженої території F_{NDWI} , га (NDWI) до площі зрошуваних земель F_{ir} , га: $I_{NDWI} = F_{NDWI} / F_{ir}$, що розраховано на прикладі Каховського зрошуваного масиву Херсонської області.

Методика оцінювання ефективності захисту земель від підтоплення за індексом-показником I_{NWI} кореспондується з попередньою методикою. Індекс розраховується як відношення площі просторового розподілу вологості верхнього шару ґрунту F_{NWI} , га (результат ефективної роботи дренажної системи) до площі дренажної системи F_{dr} , га за розробленою формулою: $I_{NWI} = F_{NWI} / F_{dr}$. Дослідження проводились з 1991 по 2009 роки в районі смт Нова Маячка Херсонської області. Виконані дослідження показали наступне. Загальна площа підтоплення становить 19,03 км² (площа населеного пункту Нова Маячка складає 14,22 км²). У 1991 р. площа з рівнем ґрунтових вод 0,1-1,0 м становила 4,01 км²; площа з рівнем ґрунтових вод 1,0-2,0 м – 5,00 км². Розрахований Індекс-показник ефективності захисту земель від підтоплення I_{NWI} дорівнював 0,47. У 2009 р. площа з рівнем ґрунтових вод 0,1-1,0 м становила 3,03 км², а площа з рівнем ґрунтових вод 1,0-2,0 м – 11,90 км². Розрахований Індекс-показник ефективного захисту земель від підтоплення I_{NWI} становив 0,63. Дані засвідчили, що існуюча система вертикального дренажу працює, але періодичне включення у роботу свердловин вертикального дренажу через недостатні ліміти електроенергії недостатньо впливає на прояви процесів затоплення та дає тимчасовий осушувальний ефект.

При оцінюванні стану територій зрошення Херсонської області протягом дев'яти років були апробовані індекси, що отримуються за результатами тематичної обробки даних NOAA -7, 9, 11, 14, 16 та 18 AVHRR (Advanced Very

High Resolution Radiometer) – NOAA/NESDIS. Дані представляють собою 7-добові композити розрізненням 4000 м, що є достатнім для оцінки на регіональному рівні. Індекси доступні у Інтернеті <http://www.saa.noaa.gov> як: TCI (Temperature Condition Index), VCI (Vegetation Condition Index), SMN і відповідають температурі поверхні, вологості ґрунту, накопиченню біомаси [3, с. 2761]. У дослідженні для автоматизації процесу оцінювання території України за зазначеними індексами розроблено програмний продукт «AnalistNOAA». На основі створеної бази даних виконується аналіз просторово розподіленої інформації, регресія та кореляція (рис.1). Проведені розрахунки дали змогу встановити, що найбільш посушливому 2005 року з максимальними температурами на поверхні і мінімальною зволоженістю території Херсонської області, Каховського району продовж вегетаційного періоду відповідає найменший $I_{ME} = 48,97$, що свідчить про несприятливі агрокліматичні умови. 2007 року з найменшими температурами на поверхні і мінімальною зволоженістю території відповідає $I_{ME} = 52,15$ – несприятливі умови. І, навпаки, для 2008 року $I_{ME} = 70,00$ та для 2010 р $I_{ME} = 82,00$ що свідчить про задовільний стан території зрошення.

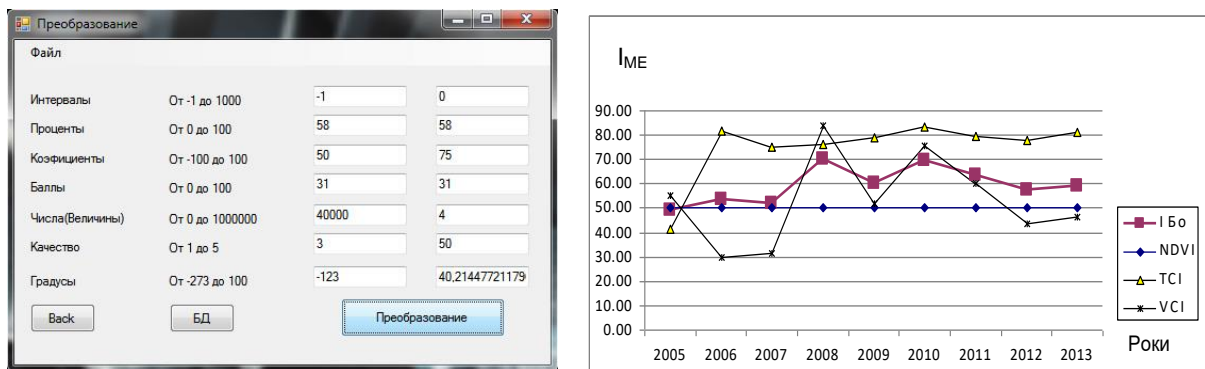


Рисунок 1 – Автоматизація процесу оцінюванні території зрошення Херсонської області за індексом багатокритеріальної оцінки I_{ME} (multicriteria evaluation)

Висновки. Врахування динаміки зрошення, роботи дощувальної техніки, захисту земель від підтоплення є необхідними складовими в оцінюванні ефективності роботи зрошувальних систем на великих за площею територіях у цілому. Зрошення не тільки сприяє отриманню стабільних урожаїв, але й впливає на водні запаси і стан рослинності всієї території, формуючи місцевий мікроклімат.

Площі зрошення на Каховській зрошувальній системі мають стабільний рівень використання (за винятком 2001–2005 р.), дощувальну техніку бажано оновити (Індекс-показник свідчить про малоефективну роботу), необхідно виділити додаткові ліміти електроенергії для включення у роботу свердловин вертикального дренажу на ділянках підтоплення (Нова Маячка). Запропоновані методи оцінювання показали, що системи працюють в цілому ефективно і площі зрошення доцільно збільшувати.

Список використаних джерел

1. Ilienکو T., Vlasova E. 2011. Merging Remote Sensing and In Situ Data for Estimation of Energy Balance Components Under Climate Change Conditions: Ukrainian Steppe Zone. Use of Satellite and In-Situ Data to Improve Sustainability. NATO Science for Peace and Security. Series C: Environmental Security. F. Kogan et al. (eds.). Springer Science+Business Media B.V: 273–283.
2. Gao B. 1996. NDWI – a normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. Remote Sensing of Environment 58: 257– 266.
3. Lui W., Kogan F. 1996. Monitoring regional drought using the vegetation condition index. International Journal of Remote Sensing 17:2761–2782.

УДК 502.51:504(479.24)

Тагиева Г.А.

Азербайджанский Государственный Аграрный Университет, г. Гянджа

ЗАЩИТА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ОТ ИСТОЩЕНИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ

Вода - ценнейший природный ресурс. Она играет большую роль в процессах обмена веществ, составляющих основу жизни. Вода имеет огромное значение в промышленном и сельскохозяйственном производстве. Она необходима для бытовых потребностей человека, всех растений и животных. Для многих живых существ она служит средой обитания [1, с 85].

Прогрессивные силы человечества не стоят на месте. Появляются новые технологии очистки воды и стоит узнать, чтобы решившись на установку системы умягчения, воспользоваться самыми выгодными решениями. Современные технологии очистки воды хороши тем, что о них мало кто знает и это хорошая ниша для бизнеса. Теперь в приборах используют микроэлектронику и сенсорное управление. Но при этом старые добрые методы очищения также в чести и при всем тотальном снижении их использования, все-таки остаются в топе.

Правильно выбрать метод очистки задача не из легких. Нужно определить состав воды, выяснить требования предъявляемые к качеству полученной очищенной воды, и знать, для чего эту воду будут приманять [2, с 201].

Задачи очистки воды не обязательно могут сводиться к умягчению. Часто вода для технических нужд требует только обезжелезивания и обеззараживания. Для устранения железа используют окислители или специальные установки, которые отфильтровывают железосодержащие примеси. Кроме того, к проблемам жесткости добавляются и другие. Вода из скважин большой глубины часто обладает целым букетом примесей. Ведь в

воду часто сливают еще и стоки промышленных предприятий. Порой попадают очень странные загрязнения, с которыми очень трудно бороться. Смешанные установки, это тоже вариант новых технологий очистки воды. К примеру, хорошо зарекомендовали себя озono-каталитические приборы с применением активированного угля. Такие технологии помогают справиться с хлористыми и органическими соединениями. При этом уголь в процессе эксплуатации не теряет своих способностей к очистке.

В Азербайджане как и в других странах защита водных ресурсов от истощения и загрязнения и их рациональное использование для нужд народного хозяйства - одна из наиболее важных проблем, требующих безотлагательного решения. В Азербайджане широко осуществляются мероприятия по охране окружающей среды, в частности по очистке производственных сточных вод.

Одним из основных направлений работы по охране водных ресурсов является внедрение новых технологических процессов производства, переход на бессточные циклы водоснабжения, где очищенные сточные воды не сбрасываются, а многократно используются в технологических процессах [3, с.146].

Замкнутые циклы промышленного водоснабжения, дадут возможность полностью ликвидировать сбрасываемые сточных вод в поверхностные водоемы, а свежую воду использовать для пополнения безвозвратных потерь. В химической промышленности намечено более широкое внедрение малоотходных и безотходных технологических процессов, дающих наибольший экологический эффект. Здесь большое внимание уделяется повышению эффективности очистки производственных сточных вод [4, с. 96]. Существенное влияние на повышение водооборота может оказать внедрение высокоэффективных методов очистки сточных вод, в частности физико-химических, из которых одним из наиболее эффективных является применение реагентов. Использование реагентного метода для очистки производственных сточных вод не зависит от токсичности присутствующих примесей, что по сравнению со способом биохимической очистки имеет существенное значение.

Таким образом, можно сделать выводы что, охрана и рациональное использование водных ресурсов - это одно из звеньев комплексной мировой проблемы охраны природы.

Список использованной литературы

1. Гавич И.К. Методы охраны внутренних вод от загрязнения и истощения.- М.: Агропромиздат, 1985.
2. Алферова А.А., Нечаев А.П. Замкнутые системы водного хозяйства промышленных предприятий, комплексов и районов. - М.: Стройиздат, 1987.
3. Соколов А.К. Охрана производственных сточных вод и утилизация осадков. - М.: Стройиздат, 1992
4. Жуков А.И. Монгайт И.Л., Родзиллер И.Д. Методы очистки производственных сточных вод М.: Стройиздат, 1987.

ВІДНОВЛЕННЯ ВОДОНЕПРОНИКНОСТІ ДОКОВИХ ЧАСТИН НАСОСНИХ СТАНЦІЙ МЕЛІОРАТИВНИХ СИСТЕМ

Вступ. Недостатнє фінансування водогосподарської галузі протягом багатьох років призвело до суттєвого погіршення технічного стану об'єктів інженерної інфраструктури меліоративних систем: насосних станцій, меліоративних каналів, трубопровідної мережі, водозаборів, регулювальних та інших гідротехнічних споруд. Зважаючи на те, що в результаті змін клімату отримання сталих врожаїв без зрошення неможливо, сьогодні вкрай необхідно відновлювати інженерну інфраструктуру для досягнення максимально ефективного її функціонування.

Основна частина. Значна частина гідротехнічних споруд меліоративних систем знаходиться в обмежено працездатному стані. Особливої уваги потребують споруди насосних станцій, докові частини яких в найбільшій мірі схильні до руйнувань і потребують відновлення.

Фахівцями Інституту водних проблем і меліорації протягом 2011-2018 рр. досліджено технічний стан насосних станцій в Київській, Одеській, Закарпатській, Миколаївській, Херсонській областях та виявлено значні пошкодження, руйнування, тріщини та протікання води в докових частинах цих станцій, особливо в місцях вводу інженерних комунікацій, примикань стін з підлогою, стін та балок з перекриттям та інш. [1]. На рис 1 - 4 наведено характерні пошкодження досліджуваних насосних станцій. Результати натурних досліджень технічного стану насосних станцій підтвердили, що для безпечної їх експлуатації необхідно провести комплекс ремонтно-відновлювальних робіт саме в їх докових частинах.



Проведення ефективних ремонтно-відновлювальних робіт на гідротехнічних спорудах потребує розробки та використання сучасних композиційних будівельних матеріалів та технологій. У світовій практиці в останні роки вимоги до технічних характеристик ремонтних та захисних

матеріалів для відновлення бетонних та залізобетонних споруд істотно підвищилися. Провідними європейськими спеціалістами було створено, Європейський нормативний документ EN 1504 Products and systems for the protection and repair of concrete structures, що, стандартизує всі аспекти процесу ремонту та захисту бетону. Зокрема, у Частині 5 Provides specifications for concrete injection визначено основні вимоги і критерії відповідності матеріалів для ін'єктування при ремонті і захисту бетонних споруд. [2].

Для пошуку необхідних і ефективних рішень для відновлення докових частин насосних станцій в ІВПіМ НААН досліджували фізико-механічні властивості бетонних зразків, проін'єктованих поліуретановими композиціями. В процесі досліджень вивчали особливості протікання процесів створення гідроізоляційного бар'єру для зупинки фільтрації шляхом герметизації активних тріщин в гідротехнічних конструкціях [3,4].

За результатами попередніх порівняльних досліджень для ін'єктування відібрана двокомпонентна поліуретанова смола Carbo Pur WF виробництва MINOVA Carbotech GmbH, Німеччина Це - швидкореагуюча ін'єкційна смола застосовується для тампонування і укріплення водоносних зон, для ін'єктування тріщин шириною більше 0,2 мм, дія укріплення водонасиченого фільтруючого бетону, для ізоляції з метою захисту від притоку води. Компонент А – БЕВЕДОЛ ВВФ (BEVEDOL WF) – суміш різних поліефірних поліолів та присадок. Компонент Б – БЕВЕДАН (BEVEDAN) – поліізоціанат на основі дифенілметандиізоціанату (табл. 1).

Таблиця 1 - Технічні характеристики Carbo Pur WF.

Показники	Компоненти поліуретанової смоли	
	А	Б
Колір	світло-жовтий	темно-коричневий
Густина	1025 ±30 кг/м ³	1230 ±30 кг/м ³
В'язкість при 25°C при 15°C	290 ±50 мПа·с 500 ± 80 мПа·с	200 ±50 мПа·с 500 ± 100 мПа·с
Початок спінювання при вмісті 1% води	1 хв. 10с при 25°C; 1 хв. 50с при 15°C;	
Кінець спінювання при вмісті 1% води	1 хв. 40с при 25°C; 2 хв. 40с при 15°C	
Твердість Shore A	Д 80 5	

В результаті проведених досліджень встановлено, що водонепроникність бетонних зразків, проін'єктованих поліуретановими композиціями збільшується з W2 до W9 – W13. Міцність при згині зростає з 2-3 МПа до 10-11 МПа. Міцність при стиску становить 40-60 МПа.

Технологія усунення активних протічок води була відпрацьована на Кочурській насосній станції Шпитківської міжгосподарської зрошувальної системи та апробована при проведенні ремонтно-відновлювальних робіт для

відновлення водонепроникності та підвищення функціональної здатності на насосних станціях Проців-Кийлів, Трубізькій, Бортницькій та інш. Дніпровського басейнового управління водних ресурсів. Було відновлено водонепроникність та монолітність бетонних конструкцій докових частин насосних станцій: ліквідовано крапельну фільтрацію, тріщини, пошкодження, пори та дефекти в структурі бетону.

Висновки. Проведені дослідження підтвердили доцільність використання поліуретанових композицій для відновлення докових частин насосних станцій, де наявні активні протікання води всередину споруди. В результаті проведеної апробації на об'єктах інженерної інфраструктури було створено щільну водонепроникну мембрану, ліквідовано зони активних протічок води та покращені експлуатаційні характеристики споруди насосної станції.

Список використаних джерел

1. Дехтяр О.О., Коваленко О.В., Брюзгіна Н.Д. Оцінювання технічного стану об'єктів інженерної інфраструктури меліоративних систем Меліорація і водне господарство Міжвідомчий тематичний науковий збірник. 2018. Вип. №. 107. С.102-109.

2. Repair of concrete structures with reference to BS EN 1504. Technical Report. N 69. 2009/ The Concrete Society 90p.

3. Крученюк В.Д., Дехтяр О.О., Брюзгіна Н.Д. Перспективні технології усунення активних протічок води в бетонних спорудах. Збірник Будівельні матеріали, виробы і санітарна техніка. -2012.- Вип. 45 – С. 25-29.

4. Коваленко О.В., Крученюк В.Д. Ін'єкційна гідроізоляція – ефективний метод усунення активних протікань води через бетонні конструкції гідротехнічних споруд. Меліорація і водне господарство 2013. Вип. 100. т. II. С. 18-147.

УДК:631.67:628.179.2 (477.72)

Сташук В.А.¹, Морозов В.В.²

¹*Українська спілка промисловців та підприємців, м. Київ,*

²*ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет», м. Херсон, Україна*

ОЦІНКА МОЖЛИВОСТЕЙ ПОВТОРНОГО ВИКОРИСТАННЯ ВОДИ НА ЗРОШУВАЛЬНИХ СИСТЕМАХ ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Договір про асоціацію України і ЄС відкриває додаткові можливості для малих і середніх підприємців в розширенні експорту екологічно безпечної сільськогосподарської продукції в країни Європейського союзу.

В реалізації цього Договору значну роль відіграє Українська спілка промисловців та підприємців, одними з головних задач якої є створення необхідних економічних і соціальних умов для самостійної господарської діяльності підприємців в умовах ринкової економіки і вільного підприємництва (в т.ч. для фермерів і водокористувачів в Південному регіоні України), активне

сприяння економічній та науково – технічній співпраці і встановлення прямих зв'язків між підприємцями і діловими кругами як в Україні, так і за її межами з метою сталого розвитку соціально – економічних умов регіону.

В Херсонській області одним із головних факторів сталого розвитку соціально – економічних умов є зрошення. Особливо його роль зростає в умовах глобальних та регіональних змін клімату в бік його посушливості. При цьому важливу роль відіграє раціональне, нормоване, природохоронне водокористування на зрошувальних системах, в т.ч. повторне використання всіх видів водних ресурсів: поверхневих і підземних вод, дренажно – скидних вод горизонтального і вертикального дренажу, а також очищених стічних вод населених пунктів і підприємств.

В ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет» впродовж багатьох років працює наукова школа еколога – меліоративних технологій (керівник наукової школи з 1992 року професор Морозов В.В.). Вчені наукової школи активно співпрацюють з Держводагентством України, науково – дослідними інститутами (Інститут водних проблем і меліорацій НААН, Інститут зрошувального землеробства НААН, Інститут рису НААН, ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського» НААН та ін.), водогосподарськими виробничими організаціями: Басейновим управлінням водних ресурсів нижнього Дніпра, Управлінням каналів Інгулецької зрошувальної системи, Управлінням Північно-Кримського каналу, Управлінням Каховського Головного магістрального каналу та ін.

Впродовж останніх років вченими наукової школи розроблений ряд інноваційних проектів, рекомендацій та науково-методичних засад технологій, спрямованих на раціональне природохоронне в т.ч. і повторне використання всіх видів водних ресурсів, які є характерними для Південного регіону України з урахуванням їх впливу на родючість і продуктивність зрошуваних ґрунтів в умовах змін клімату.

До цих розробок належать такі:

- технологія повторного регульованого використання дренажно – скидних вод рисових зрошувальних систем (Керівник: Морозов О.В., виконавці: Корнбергер В.Г., Морозов В.В., Дудченко К.В., Полухов А.Я.);

- використання дренажних вод рисових зрошувальних систем на єдиній в світовій гідромеліоративній практиці закритій чековій зрошувальній системі конструкції к.т.н. В.Й. Маковського (ЗЧЗС-М) із повторним використанням дренажних вод рисових зрошувальних систем (Керівник: Морозов В.В., виконавці: Корнбергер В.Г., Грановська Л.М., Морозов О.В., Дудченко К.В.);

- повторне використання дренажних вод горизонтального та вертикального дренажу в умовах слабодренованих і безстічних ландшафтів Херсонської області та Кримського Присівашся (Керівник: Морозов В.В., виконавці: Ладичук Д.О., Булигін О.І.);

- формування і покращення якості поливної води на Інгулецькій зрошувальній системі (ІЗС) в Херсонській та Миколаївській областях басейновим способом з промивкою русла р. Інгулець з Карачунівського водосховища впродовж всього вегетаційного періоду (Керівник: Морозов В.В.,

виконавці: Козленко Є.В., Морозов О.В.); Дослідно-виробнича перевірка нового способу покращення якості води на ІЗС впродовж 2011-2014 рр. здійснювалась під керівництвом Голови Держводагентства, член.-кореспондента НААН, д.т.н., професора Сташука В.А.;

- повторне використання очищених каналізаційних вод для зрошення (Керівник: Морозов В.В., виконавець: Чемерис М.В.);

- наукове обґрунтування розрахунків проектного гідромодулю (витрати води на гектар зрошуваної площі) в порівнянні з фактичною пропускною спроможністю міжгосподарських каналів зрошувальних систем в сучасних умовах земле-водокористування (Керівник Морозов О.В., виконавці: Морозов В.В., Козленко Є.В.);

- індексний-експрес метод оцінки ефективності повторного використання води на зрошуваних землях (Керівник: Морозов В.В., виконавці: Морозов О.В., Дудченко К.В.).

Всі вищезазначені технології базуються на системному комплексному підході при вирішенні проблем раціонального управління водними і земельними ресурсами на зрошуваних масивах та спрямовані на підвищення родючості і продуктивності ґрунтів, одержання екологічно безпечної продукції і проектної урожайності, дають значний еколого-економічний і соціальний ефект.

Результати досліджень показують, що в Херсонській області є можливість повторного використання для зрошення сільськогосподарських культур впродовж вегетаційного періоду, в тому числі:

- води Карачунівського водосховища (м. Кривий Ріг) для санітарної промивки русла р. Інгулець і прокращення якості води на ІЗС в об'ємі 150 млн.м³;

- дренажно – скидних вод горизонтального і вертикального дренажу рисових та звичайних зрошувальних систем в об'ємі 20 млн. м³;

- очищених стічних вод м.Херсона в об'ємі 10 млн. м³.

Всього в Херсонській області можливо повторно використовувати в рік 170-180 млн. м³ та одержувати від цього економічний ефект.

З метою реалізації даної пропозиції необхідно проведення досліджень для адаптації розроблених інновайних технологій повторного використання води з урахуванням впливу регіональних змін клімату:

- одержання моделей формування кількісних та якісних показників додаткових джерел води та їхніх прогнозів;

- розробка і впровадження технологій та моніторингу ефективності повторного використання водних ресурсів.

Пропозицією є також необхідність подальшої співпраці науковців ДВНЗ «ХДАУ» з вченими і фахівцями ЄС, Українською спілкою промисловців та підприємців в питаннях створення на базі ДВНЗ «ХДАУ» навчально – наукової лабораторії з розробки та впровадження технологій раціонального комплексного, в т.ч. повторного використання всіх видів водних ресурсів в Херсонській області як базової і типової для Південного регіону України за ґрунтово–ландшафтними, кліматичними, гідрогеологічними,

сільськогосподарськими і водогосподарськими умовами з метою соціально – економічного розвитку, розширення експорту сільськогосподарської продукції в країни ЄС.

УДК 621.64:519.8

Воцелка С.А.

ДВНЗ «Херсонської державний аграрний університет», м. Херсон, Україна

АДАПТИВНИЙ АЛГОРИТМ УПРАВЛЕННЯ БЬЕФОМ ИРРИГАЦИОННОГО КАНАЛА

Для совершенствования системы управления водораспределения необходимы точные математические модели технологического процесса. Так как параметры технологических процессов нелинейные и нестационарные во времени соответствующие алгоритмы должны быть адаптивными.

Известные методы синтеза структур системы управления, регуляторов, алгоритмов управления, которые в явной или неявной форме используют полиномиальную модель объекта управления, имеют ограничения размерности. Пределом является деление бьеф на 4 – 5 участков. Для протяженных бьефов с переменными по длине морфометрическими и гидравлическими характеристиками, имеющих боковых потребителей, использование известных методов становится неэффективно по причине ненаблюдаемости и неуправляемости (по Беллману) модели из-за большой размерности объекта управления.

Целью работы является разработка нового адаптивного алгоритма управления бьефа ирригационного канала без ограничений размерности модели, пригодного для работы в реальном масштабе времени.

Нестационарное течение воды в бьефе ирригационного канала описывается одномерной нелинейной гиперболической системой уравнений Сен-Венана [1]. Управление бьефом предполагает удержание уровня (глубины) воды в заданном створе канала на постоянном значении или на заданной траектории изменения глубины при наполнении или опорожнении канала.

Законом управления для текущего момента времени является функция времени водоподачи в начале бьефа. Алгоритм синтеза закона управления, максимально соответствующего цели управления, состоит из пяти этапов.

1 этап. Актуализация модели. Идентификация параметров и координат модели на текущий момент времени по ретроспективным данным решается как обратная задача динамики [2].

2 этап. Прогноз неизменяемой части траектории управляемой координаты. В результате расчета получают неизменяемую часть траектории управляемой координаты, а также значение ее производной в последней точке.

3 этап. Определение желаемой траектории переходного процесса управляемой координаты. Задают траекторию, которая обеспечит сопряжение отклонения управляемой координаты с заданной траекторией, а также значения

ее производных в граничных точках. Длительности интервалов переходного процесса, а также горизонта прогнозирования представляют собой самостоятельную задачу и зависят от технических и технологических особенностей бьефа.

4 этап. Определение закона управления [3]. Интервал времени, на котором известны прогнозные значения расхода и уровня воды, а также желаемая и заданная траектории управляемой координаты, является начальными условиями для определения необходимого управления по обратной пространственной маршевой координате.

5 этап. Определение реализуемого управления. Закон управления, полученный на 4 этапе, необходимо так аппроксимировать, чтобы получить реализуемое решение, наименее отличающееся от идеального. После аппроксимации выполняется проверка реализуемого управления подстановкой в модель бьефа, где выполняется решение в прямом времени по всему горизонту прогнозирования. Если выполняются не все ограничения, то переходят к 3-му этапу и повторяют процедуру синтеза с учетом выявленных ограничений.

Далее следует период реализации управляющих воздействий и мониторинга развития процесса по реализуемым траекториям.

Выводы.

Предложен новый адаптивный алгоритм управления бьефа ирригационного канала без ограничений размерности модели. В качестве модели движения потока воды в ирригационном канале использована полная нелинейная система дифференциальных уравнений гиперболического типа Сен-Венана. Алгоритм использует прогнозирующие модели, решаемые как прямые и обратные задачи динамики. Адаптивность алгоритма синтеза закона управления обусловлена актуализацией модели перед каждым шагом прогнозирования. Алгоритм рассчитан на работу в реальном масштабе времени в системе поддержки и принятия решений (СППР) оперативного управления водораспределения на ирригационных каналах. Алгоритм был проверен путем постановки численных экспериментов, моделирующих отдельные этапы с использованием как гипотетических, так и реальных объектов. Реализация алгоритма требует полную водомерность граничных створов и полную или частичную промежуточных створов бьефа и боковых потребителей, при наличии ретроспективных данных по этим створам. Алгоритм синтеза закона управления может быть эволюционно внедрен на реальном объекте, по мере наращивания оснащённости канала программно-аппаратными средствами.

Список використаних джерел

1. Коваленко П. І. Управління водорозподільними системами за принципами ресурсу – та енергозощадження / П.І. Коваленко, В.М. Попов. – К.: Аграрна наука, 2011. – 368 с.
2. Воцелка С. О. Новий метод ідентифікації іригаційного каналу / С. О. Воцелка, С. О. Рожков // Вісник Херсонського національного технічного

університету . - 2017. - № 3(1). - С. 132-137. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhdtu_2017_3\(1\)__24](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhdtu_2017_3(1)__24).

3. Воцелка С. А. Адаптивний метод синтеза закона управління бьефа ирригационного каналу / С. А. Воцелка, С. А. Рожков // Вісник Херсонського національного технічного університету . - 2018. - № 3(2). - С. 196-203. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhdtu_2018_3\(2\)__34](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhdtu_2018_3(2)__34).

УДК 626.8:631.431.1

Ігнатова О.С.¹, Шевчук Я.В.¹, Козленко Є.В.²

¹*Інститут водних проблем і меліорації НААН, м. Київ*

²*Управління каналів річки Інгулець, м. Снігурівка, Україна*

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ЩІЛЬНОСТІ ҐРУНТІВ ДАМБ ІНГУЛЕЦЬКОГО МАГІСТРАЛЬНОГО КАНАЛУ І МІЖГОСПОДАРСЬКИХ КАНАЛІВ ІНГУЛЕЦЬКОЇ ЗС

Інгулецька зрошувальна система збудована у 1951-1963 роках і на той час була першою великою інженерною системою півдня України. Загальна площа зрошуваних земель 60,8 тис га. Зрошення запроєктовано і побудовано розрідженим, окремими ділянками від 250 до 2700 га.

Основні технічні показники:

- загальна кількість насосних станцій - 5 од.
- сумарна потужність насосних станцій - 59 тис. кВт/год.
- сумарна продуктивність насосних станцій - 63,1 м³/с
- протяжність каналів - 411,3 км
- протяжність колекторно-дренажної мережі - 207 км
- кількість гідротехнічних споруд - 621 од.
- балансова вартість - 321,6 млн. грн.

Наявність зрошуваних земель по Інгулецькій зрошувальній системі – 60,8 тис. га, в т.ч. 18,2 тис. га – Херсонська область, 42,6 тис. га – Миколаївська область.

Канали Інгулецької зрошувальної системи побудовані у насипу або у напівнасипу-напіввиїмці, у зв'язку з тим, що прив'язані до них площі зрошення переважно без схилів. По північній межі зрошуваного масиву зі сходу на захід прокладено магістральний канал довжиною 53,5 км. Від нього відходять, спрямовані з півночі на південь, 11 міжгосподарських розподілювачів різної довжини. Загальна їхня протяжність – 411,3 км. З обох сторін каналів здебільшого тягнуться досить широкі резерви глибиною 0,5-0,7 м.

Для дослідження зміни щільності ґрунтів дамб каналів Інгулецької зрошувальної системи в польових умовах було відібрано проби методом ріжучого кільця (рис. 1).

Лабораторні дослідження фізичних властивостей ґрунтів, а саме вологість (w), щільність (ρ) і щільність сухого ґрунту (ρ_d) були виконані в лабораторії



Рисунок 1 - Послідовність відбору з шурфів проб ґрунту дамб каналів на щільність.

ІВПіМ відповідно до ДСТУ Б.В.2.1-17:2009 Ґрунти. Методи лабораторного визначення фізичних властивостей.

Вологість ґрунту $w, \%$, обчислювали за формулою:

$$w = 100(m_1 - m_0)/(m_0 - m), \quad (1)$$

де m - маса порожнього стаканчика з кришкою, г;

m_1 - маса вологого ґрунту зі стаканчиком і кришкою, г;

m_0 - маса висушеного ґрунту зі стаканчиком і кришкою, г

Щільність ґрунту $\rho, \text{г/см}^3$, обчислювали за формулою

$$\rho = (m_1 - m_0 - m_2)/V, \quad (2)$$

де m_1 - маса ґрунту з кільцем і пластинками, г;

m_0 - маса кільця, г;

m_2 - маса пластинок, г;

V - внутрішній об'єм кільця, см^3 .

Для визначення щільності сухого ґрунту попередньо визначали вологість ґрунту і його щільність при цій вологості відповідно до вимог чинного стандарту.

Щільність сухого ґрунту $\rho_d, \text{г/см}^3$, обчислювали за формулою:

$$\rho_d = \rho / (1 + 0,01w), \quad (3)$$

де ρ - щільність ґрунту, г/см^3 ;

w - вологість ґрунту, %.

Для проведення досліджень з визначення щільності сухого ґрунту на Інгулецькій зрошувальній системі були вибрані ділянки Інгулецького магістрального каналу на ПК 93+95, ПК 125-130 і ПК 300-305, де канал проходить у високому насипу від 3 до 14 метрів, а також на ПК 531-532, де спостерігається виклинювання фільтраційних вод через праву дамбу каналу. Проби було відібрано на правій дамбі у трьох точках: на бермі, посередині укусу і у нижній його частині. Глибина відбору проб становить 0,4 – 0,5 м (рис.

2). Всього на земляних дамбах Інгулецького магістрального каналу було відібрано 41 пробу ґрунту.

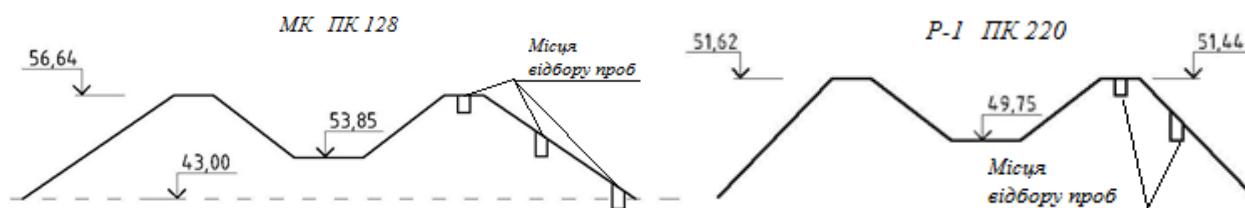


Рисунок 2 - Схема поперечного перерізу і місця відбору проб

На каналі Р-1 було відібрано 34 проби на глибині 0,4 – 0,5 м відповідно до поперечних перерізів каналу на ПК 70-222 (рис. 2).

При відборі проб на міжгосподарських каналах в шурфах спостерігались ходи землерийних тварин і корені очерету, що призводить до розуцільнення земляних дамб каналу.

Ці процеси призвели до того, що облицювання втратило свої протифільтраційні властивості і виконує функцію кріплення, технічний стан його можна вважати незадовільним на значній довжині каналу.

Аналіз результатів досліджень щільності сухого ґрунту дамб каналів ІЗС наведено у таблиці.

№ п/п	Назва каналу	Щільність сухого ґрунту, г/см ³		Фактична щільності сухого ґрунту, % від проектної
		середня фактична ρ_d	проектна $\rho_{d \text{ проект}}$	
1	Р-1	1,427	1,650	86
	<i>Інгулецький МК</i>			
4	Балка Кринична	1,610	-«-	98
5	Балка Верьовчина	1,631	-«-	99
6	Балка Білозірка	1,482	-«-	90
7	ПК 531-532	1,385	-«-	84

Як видно з таблиці на розподільчому каналі Р-1 щільність сухого ґрунту знизилась на 14 % порівняно з проектною.

По Магістральному каналу на правій дамбі у балці Кринична середнє значення щільності сухого ґрунту складає 1,61 г/см³, у балці Верьовчиній – 1,63 г/см³, і у балці Білозірка – 1,48 г/см³. Враховуючи, що проектна щільність сухого ґрунту становить 1,65 г/см³, то у насипу ґрунтових дамб у балках Кринична і Верьовчина середня фактична щільність сухого ґрунту практично відповідає проектній, а у балці Білозірка – становить 90 % від проектної. На ділянці МК ПК 531-532 щільність сухого ґрунту знизилась на 16 %.

Висновки. 1. Дослідження величини щільності сухого ґрунту на ділянках Інгулецького магістрального каналу з насипом висотою від 3 до 14 м показали, що у балках Кринична і Верьовчина щільність відповідає проектній, а у балці Білозерка щільність зменшилась на 10%, що говорить про задовільний стан дамб. 2. На розподільчому каналі Р-1 щільність сухого ґрунту знизилась на 14 % від проектної величини, що вказує на необхідність проведення робіт по ущільненню дамби.

Хохлова Л.К.

ННЦ «Інститут біології та медицини»,

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна

РОЗМІРНО-ВІКОВА СТРУКТУРА ПОСЕЛЕНЬ *DREISSENA* В ГОЛОВНОМУ МАГІСТРАЛЬНОМУ КАНАЛІ КАХОВСЬКОЇ ЗРОШУВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ

Вступ. У прісноводних водоймах України понто-каспійські двостулкові молюски часто виступають домінуючим компонентом бентосних і перифітоних організмів. Серед них важливу роль відіграють двостулкові молюски роду *Dreissena*. Представники понто-каспійської фауни до зарегулювання Дніпра існували в його гирлі і Дніпро-Бузькому лимані, але після будівництва каскаду гідротехнічних споруд почали активно розселятися вгору по водосховищам. У Каховському водосховищі найбільш поширені два види - *Dreissena polymorpha* і *D. bugensis*. Їх міграція із Каховського водосховища у Головний магістральний канал і заселення твердих субстратів почалася з моменту його функціонування і триває постійно.

Основна частина. Завдяки значної екологічної пластичності багатьох видів, молюски здатні заселяти широкий спектр гідротопів природного або антропогенного походження, відіграючи істотну роль в круговороті речовин і енергії в гідроекосистемах, в формуванні харчового раціону бентосних риб і водоплавних птахів, в гідрохімічних процесах. Разом з тим молюски є проміжними господарями ряду видів трематод, маріти яких паразитують в організмі різних класів хребетних.

Детальне вивчення двостулкових молюсків необхідно для правильного розуміння багатьох біологічних процесів, що відбуваються в штучно створених водних об'єктах. Крім того, розмірно-вікова структура поселень дрейсени дозволяє оцінити їх стабільність, особливості формування та впливу на перифітоні і бентосні угруповання.

Тому, поставлено за мету визначити розмірно-вікову структуру перифітоних поселень двостулкових молюсків в гідротехнічному об'єкті, провести порівняння індивідуальних морфометричних характеристик особин двох видів - *Dreissena polymorpha* і *Dreissena bugensis*. При відборі матеріалу використовували стандартні, загально визнані гідробіологічні методики. Збір молюсків проводили в літній період (липень-серпень) 2018 року в 6 точках спостережень по всій довжині каналу, у межах Херсонської та Запорізької областей (табл. 1).

Молюски роду *Dreissena* - різностатеві види, самки і самці проживають поруч в щільних поселеннях. Статевої зрілості особини досягають вже при довжині раковини 5-7 мм. Дозрівання статевих продуктів відбувається навесні при досягненні температури води 12°C.

Різке збільшення кількості велігерів спостерігається після зростання температури води до + 16°C. Максимальний нерест відбувається при

температурі води + 20 ... + 25⁰С. Представники роду *Dreissena*, як і більшість інших молюсків, ростуть протягом всього життя. Тому, розмірний розподіл особин в поселеннях можна використовувати для оцінки вікової структури популяції. У перший рік життя особини досягають 10-12 мм.

Таблиця 1 - Характеристика місць відбору молюсків *D. polymorpha* і *D. bugensis* в Головному магістральному каналі Каховської зрошувальної системи

№ точки відбору	Біотоп	Субстрат	Глибина, м
1 (2-й км)	Перифітон	Бетон, стики бетонних плит	2,5 – 3,0
2 (15-й км)	Перифітон	Бетон, стики бетонних плит	2,5-3,0
3 (45 –й км)	Перифітон	Бетон, дамба	2,0-2,5
4 (85-й км)	Перифітон	Бетон, водовипуск	2,0-2,5
5 (110-й км)	Перифітон	Бетон, дамба	1,5-2,0
6 (132-й км)	Перифітон	Бетон, стики бетонних плит	1,0-1,5

Багаторічні спостереження гідробіологів за ростом дрейсен показали, що тривалість їхнього життя в прісних водоймах не перевищує 4 років. Максимальна довжина раковини молюсків рідко перевищує 30 мм. За результатами досліджень встановлено, що в перифітонних поселеннях молюсків у магістральному каналі представлені особини 3-4-х вікових груп. Це свідчить про те, що в каналі не відбувається загибелі молюсків в зимовий період при формуванні крижаного покриву.

Аналіз розмірно-вікового розподілу особин в поселеннях дозволяє оцінити процеси їх формування. Поселення *D. polymorpha* в точках 1-4 характеризувалися явно вираженою двох-трьох вершинною розмірною структурою. Перший розмірний максимум був представлений особинами довжиною 5-6 мм, які є сеголетками. У перших двох точках відбору вони були відсутні. Другий розмірний максимум становили особини довжиною 10-14 мм, що є поколінням попереднього 2017 року (станом на липень-серпень 2018). Третій, часто слабовиражений, пік становили особини довжиною більше 18-20 мм, швидше за все складаються з молюсків 2016 року.

Слід зазначити відсутність в липні-серпні молодих особин завдовжки <5 мм в точках 1-2, найбільш наближених до водозабору - Каховському водосховищу. Наявність дрібних особин довжиною <5 мм в пунктах 3-5 (відстань 45-110 км від головної насосної станції – Головної насосної станції) можливо пов'язано з нерестом автохтонних поселень молюсків, розташованих в самому каналі. Звертає увагу повна відсутність цьоголіток в найбільш

віддаленій ділянці каналу (точка 6, 132 км від Головної насосної станції), де поселення було представлено виключно великими молюсками довжиною 15-26 мм, які є поколіннями 2016-2017 рр. нересту.

Розмірно-вікова структура поселень *D. bugensis* характеризувалася більш широким діапазоном розмірних класів. Однак, як і у випадку з *D. polymorpha*, в точках 1-2 куди надходить вода безпосередньо з Каховського водосховища, не було виявлено молодих особин завдовжки <5-10 мм. При цьому молоді молюски довжиною 5-8 мм з'являлися в районі точок 3-5 (відстань 45-110 км від Головної насосної станції), що може також відображати процеси більш пізнього нересту молюсків в Головному Каховському магістральному каналі. На відміну від *D. polymorpha*, поселення *D. bugensis* характеризувалися більш вирівняною розмірною структурою без кількох максимумів. Основу поселень становили особини 13-23 мм, відповідно 2017-2016 рр. нересту.

Висновки. Таким чином, поселення дрейсени в Головному Каховському магістральному каналі є багаторічними утвореннями, що складаються з особин щонайменше 3-х вікових груп. Ділянка каналу на відстані до 45 км від Головної насосної станції населена молюсками, які надійшли на личинковій стадії з Каховського водосховища в весняний період і в липні-серпні досягли розміру 7-10 мм. При видаленні на відстань 45-110 км від Головної насосної станції формуються поселення молюсків, що складаються головним чином з автохтонних дрейсен, народжених безпосередньо в каналі. Причому максимум нересту молюсків автохтонних популяцій починається пізніше, і в липні-серпні значна кількість особин в поселенні представлено розмірною групою 5-8 мм.

У найвіддаленішій ділянці меліоративного об'єкта формуються розріджені поселення дрейсени, що складаються з особин старших вікових груп. Через значну відстань від Головної насосної станції, зменшення швидкості водоподачі і глибини, наявності шлюзів-регуляторів тут відсутнє безперервне надходження личинкових стадій як у верхніх ділянках каналу.

УДК 631.67(477.7)

Тараріко Ю.О., Сайдак Р.В., Дацько М.О.

Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна

СУЧАСНА ПРАКТИКА ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЗРОШЕННЯ В СУХОМУ СТЕПУ УКРАЇНИ

Вступ. Нестача вологи в Степовій зоні України є основним обмежуючим фактором ведення високопродуктивного сільськогосподарського товарного аграрного виробництва [1, с. 6]. Тому для успішного ведення сільськогосподарського виробництва потрібно проаналізувати тенденції змін гідротермічного режиму, сучасну поширену практику та опрацювати можливі варіанти більш ефективної виробничої діяльності в умовах Сухого Степу України [2, с. 107; 3, с. 193]. Оцінку стану та перспективи розвитку аграрного виробництва здійснювали на прикладі типового сільськогосподарського підприємства у південно західній частині Одеської області.

Основна частина. Господарство ТОВ «Дунай-Агро» розміщене у Ренійському районі Одеської області. За даними метеостанції Ізмаїл територія господарства добре забезпечена теплом середньорічна температура повітря становить 11,8°C, сума активних температур території в межах 3800-4000 і недостатнім рівнем зволоження з річною нормою 480 мм. Площа земельних угідь, придатних для ведення землеробства становить 3853,5 га. Рельєф території землекористування досить складний і його умовно можна розділити на 3 частини: понижена частина заплави Дунаю, підвищена плато і перехідна частина – схили. Відповідно розподіляється і ґрунти території. Так, ґрунтовий покрив орних земель заплави Дунаю здебільшого представлений дерновими глибокими неоглеєними, глеуватими супіщаними і легкосуглинковими ґрунтами та їх опідзоленими відмінами. На підвищеній рівнинній частині переважають чорноземи південні середньосуглинкові та їх слабо- і залишково-солонцюваті відміни. Схили від заплави до плато представлені чорноземами південними слабо- і середньозмитими середньосуглинковими. Це свідчить про досить високу інтенсивність ерозійних процесів на даному земельному масиві та необхідність здійснення протиерозійних заходів.

За забезпеченістю доступними сполуками азоту, фосфору і калію окремі контури землекористування істотно відрізняються. Так, майже на 80 % площі забезпеченість мінерального азоту та рухомого калію орному шарі ґрунту дуже низька і низька, а рухомими сполуками фосфору майже на всій площі ріллі висока і дуже висока. В цілому землекористування підприємства при адаптуванні технологічних карт до конкретних умов дає змогу рекомендувати для впровадження одну сівозміну на всю площу ріллі з корегуванням доз мінеральних добрив стосовно забезпеченості ґрунтів окремих контурів елементами живлення і вирощуваних культур. Виключенням можуть бути ділянки без зрошення та схили, що піддаються водній ерозії.

У середньому за період з 2013 по 2017 рр. структура посівних площ у ТОВ «Дунай-Агро» була наступною: пшениця озима – 33%, ячмінь озимий – 30%, соняшник – 25% та інші культури – 12%. Тобто, мало відрізнялася від середньостатистичної по області сучасної практики ведення аграрного виробництва окремих сільськогосподарських підприємств і в цілому відповідає сівозміні, де два поля зайняті озимими зерновими; одне соняшником та одне іншими культурами. При чому іншою культурою в основному є озимий горох і озимий ріпак, а в північній частині області де кращі умови зволоження переважає кукурудза. Таке наповнення сівозміни пояснюється тим, що в умовах вкрай нестабільного зволоження озимі культури краще використовують осінньо-зимові опади, а соняшник як посухостійка культура менш вразливий до несприятливих умов зволоження.

Урожайність пшениці озимої по ТОВ «Дунай-Агрос» у середньому за 2013-2017 рр. становила 32 ц/га, ячменю озимого - 38 ц/га, соняшнику – 23 ц/га і гороху – 25 ц/га, що відповідно на 2, 7, 3 і 6 ц/га вище від середньої обласної. При цьому за відновлення зрошення очікуваний рівень врожайності цих культур дорівнює 70, 70, 40 і 45 ц/га, що дасть змогу вирощувати сою, кукурудзу та інші менш посухостійкі культури.

За статистичними даними по Одеській області за 2011-2016 рр. собівартість продукції окремих культур істотно коливалася: пшениці озимої – від 63 до 182 \$/т, кукурудзи – від 63 до 218 \$/т, ріпаку – від 147 до 430 \$/т, соняшнику – від 136 до 364 \$/т та сої – від 180 до 542 \$/т з середніми показниками відповідно 120, 120, 286, 239 та 342 \$/т. Аналогічна ситуація з ціною реалізації. Цей показник по зерну пшениці озимої коливався в межах 100-191 \$/т, кукурудзи – 99-193, ріпаку – 275-493, соняшнику – 264-460 та сої – 246-418 \$/т з середніми значеннями відповідно 148, 141, 378, 349 та 356 \$/т. Тобто ціна реалізації продукції усіх культур залежить від погодних умов.

У результаті прибутковість пшениці озимої з 2011 по 2016 коливалася від 17 до 153 \$/га з середнім значенням 86 \$/га, ріпаку озимого – від 39 до 273 \$/га з середнім значенням 166 \$/га, та соняшнику – від 116 до 315 \$/га з середнім значенням 192 \$/га. Кукурудза і соя взагалі в окремі роки виявилися збитковими, а середні значення чистого прибутку від їх вирощування відповідно становили 71 і 23 \$/га. Таке положення очевидно ї визначає обмеження площ їх посіву в регіоні.

Таким чином, за чистим прибутком культури розміщуються в наступний зростаючий ряд: соя, кукурудза, пшениця озима, ріпак озимий, соняшник. Якщо б ці культури займали однакову частку в структурі посівних площ області, то чистий прибуток на гектар ріллі становив би 108 \$/га, без сої цей показник складав би 129 \$/га, без сої і кукурудзи – 148 \$/га, без сої, кукурудзи і озимої пшениці – 179 \$/га. Як відзначалося вище, на даний час, як в області, так і в ТОВ «Дунай-Агрос» пріоритет віддається озимим зерновим.

Аналіз статистичних даних по області також показав, що за сучасної поширеної виробничої практики чистий прибуток виробників продукції рослинництва в області обмежений і, залежно від структури посівних площ у середньому по роках може змінюватися в межах 100-200 \$/га із значними коливаннями по роках. Це свідчить про високу економічну нестабільність виробничої діяльності у змінних погодних умовах, що супроводжується значними ризиками для виробників, особливо при залученні кредитних ресурсів. Це в свою чергу, призводить до використання засобів виробництва по принципу «зоров – посіяв - зібрав», що неминуче супроводжується агрохімічною деградацією ґрунтового покриву.

Аналіз виробничої діяльності ТОВ «Дунай-Агрос», за 2013-2017 рр. вказує, що згідно середній врожайності вирощуваних культур та статистичним середньо обласним показникам собівартості продукції і ціни її реалізації середній чистий прибуток становив 150 \$/га. За відновлення роботи зрошувальних систем при збереженні існуючої структури посівних площ цей показник зросте майже у 3 рази - до 440 \$/га. За впровадження перспективної сівозміни з врожайністю озимої пшениці – 70 ц/га, ріпаку озимого – 40, сої і гороху – 45, кукурудзи – 100, соняшника – 40 ц/га чистий прибуток сягне рівня 580 \$/га.

Висновки. В умовах посилення несприятливості умов вирощування всіх сільськогосподарських рослин відновлення зрошення у регіоні дасть змогу

оптимізувати склад культур у сівозмінах та збільшити прибутковість аграрного виробництва з сучасних 150 \$/га до 580 \$/га.

Список використаних джерел

1. Ромащенко М. І. Наукові засади розвитку землеробства у зоні Степу України / М. І. Ромащенко, Ю. О. Тараріко, А. П. Шатковський, Р. В. Сайдак, Ю. В. Сорока // Вісник аграрної науки. 2015. № 10. С. 5-9.
2. Удова Л. О. Вплив зміни клімату на розвиток аграрного виробництва / Л. О. Удова, К. О. Прокопенко, Л. І. Дідковська // Економіка і прогнозування. 2014. № 3. С. 107-120.
3. Науменко В.М. Теоретичні підходи до класифікації методів оцінки інвестиційних проектів / В.М. Науменко // Вісник ЖДТУ . 2009. № 1(47). С. 193-194.

УДК 631.674.6(569.4)

¹Крамаренко А.В., ²Шапоринская Н.Н., ²Аверчев А.В., ²Керимов А.Н.

¹г. Ашкелон, Израиль,

²ДВНЗ «Херсонский государственный аграрный университет», Херсон,
Украина

ВНЕДРЕНИЕ КАПЕЛЬНОГО ПОЛИВА В ИЗРАИЛЕ, ЕГО ЗНАЧЕНИЕ В МИРОВОМ СООБЩЕСТВЕ

Вступление. Внедрение системы капельного орошения 50 лет назад позволило повысить урожайность на 50% при экономии воды в 40%. Над этой разработкой работали сотни ученых, и она изменила сельское хозяйство, позволив выращивать агрокультуры даже в пустыне.

Идее повышения урожайности точным орошением много тысяч лет. Примитивным прообразом современных систем капельного орошения были глиняные горшки с водой, которые крестьяне закапывали в землю. Вода из них просачиваясь и питала корневую систему растений.

В 1866 году в Афганистане для создания комбинированной системы орошения и дренажа использовались глиняные трубы. Вода для полива просто подавалась в дренажную систему. Через 50 лет немецкие учёные экспериментировали с перфорированными трубами. А профессор Мичиганского университета О.Е. Робери в своих опытах в 1934 году использовал шланг из пористого брезента.

В 1935 году в Великобритании была открыта технология добычи полиэтилена. Полиэтилен стал основным материалом систем капельного орошения, обеспечил гибкость и прочность элементов системы. С развитием технологий производства полиэтилена (увеличением жёсткости и пластичности, удешевлением производства) технология капельного орошения стала более доступной и получила распространение по всему миру.

Не случайно современное капельное орошение зародилось в Израиле. Значительная часть страны покрыта пустыней, а 60% площади — территория с засушливым климатом. Среднегодовое количество осадков от 400 до 800 мм в год, а в засушливый год в пустыне Негев иногда лишь 20 мм в год.

Сельскохозяйственное устройство Израиля состояло преимущественно из коммун (кибуцев) значительную часть населения которых составляли репатрианты из Европы. Они обживали пустынные земли на юге страны, огромные необрабатываемые и практически незаселённые территории.

Кибуц Хацерим был основан в 1946 году в пустыне Негев. Эти земли начали осваиваться лишь в 1943 году. В начале 1950-х годов почвы кибуца были признаны непригодными для сельскохозяйственного использования из-за засоленности. Но сегодня эта территория носит прозвище “овощная база Израиля”. 65% овощей, экспортируемых в Европу, идут из пустыни Негев в долине Арава.

Основная часть. Израильский инженер-гидротехник Симха Бласс родился в Варшаве и репатрировал в Израиль в 1930 году. Бласс занимал пост инженера по водным ресурсам и был автором крупнейших проектов по водоснабжению Израиля, в частности прокладки первого трубопровода от скважин на северо-западе страны в пустыню Негев.

Разработка принципиально новой системы полива захватила Бласса. Он начал проводить испытания с различными материалами. Бласс искал оптимальное давление воды, обеспечивающее равномерную водоподачу, использовал трение для замедления потока до создания стабильной капли.

Уже в 1959 году Симха Бласс разработал и запатентовал первое устройство капельной подачи воды. Бласс искал партнёров для испытания и дальнейшего развития своего изобретения.

В 1965 году Симха Бласс подписывает соглашение с кибуцем Хацерим о создании компании Netafim. С того времени и до наших дней эволюция капельного орошения тесно связана с работой учёных компании. На протяжении десятков лет технология совершенствовалась и распространялась по всему миру.

На протяжении сорока лет компания в содружестве с учеными положили в свою копилку изобретений: 1976 год - израильский изобретатель Рафи Мехудар в сотрудничестве с компанией разработал новое поколение капельниц, обеспечивающих равномерный расход независимо от качества воды и давления внутри трубопровода; 1982 год — разработана система компенсаторных капельных линий (Ram Integral Compensated Dripper line), совмещающая технологии встроенных и наружных капельниц (встроенные/вставные регулируемые капельницы); вторая половина 80-х годов — тонкостенная капельная лента. Разработка снизила стоимость технологии для промышленных полевых культур, увеличила мобильность применения системы; в 90-е - внедрение лабиринта каналов Turbonet с широкими водными потоками. Запатентована разработка специально для теплиц РСJ-капельницы. Это компенсированные наружные капельницы с антидренажной системой (устраняет эффект постоянного наполнения, что повышает эффективность

импульсного орошения); вначале 2000-х Netafim запускает новое поколение капельниц Dripnet PC. Они обеспечивают равномерность распределения потока, благодаря системе компенсации давления. Разработка делает возможным орошение участков с сильными уклонами.

Первыми разработкой израильских инженеров заинтересовались страны с засушливым климатом — Австралия, Ближний Восток, США (Калифорния).

Именно в США в 1981 году Netafim откроет первый международный филиал. Сегодня дочерние компании открыты в Перу, Индии, Южной Африке, Турции и других странах.

В 1969 году экспериментальная технология была применена в округе Сан-Диего для выращивания авокадо. Большинство садов были высажены на склонах (более дешёвые земли). К тому же, регион имел проблемы с пресной водой. В 2005 году США стали мировым лидером по количеству площадей под капельным орошением. В тройку также вошли Индия и Испания (26% от общего количества орошаемых площадей в стране, больше только у Израиля). Заказы на системы поступали из разных стран мира. Поэтому в кибуце Хацерим был построен промышленный комплекс для удовлетворения спроса. В результате — этот кибуц стал самым богатым в стране.

В 2009-2011 годах совместно с местными властями были разработаны программы увеличения эффективности сельского хозяйства для северо-восточных регионов Бразилии, штата Джаркханд в Индии, юга Замбии и восточной Кении. По доступной цене аграриям были предложены современные технологии по рациональному использованию водных ресурсов и обучение специалистов для их эксплуатации.

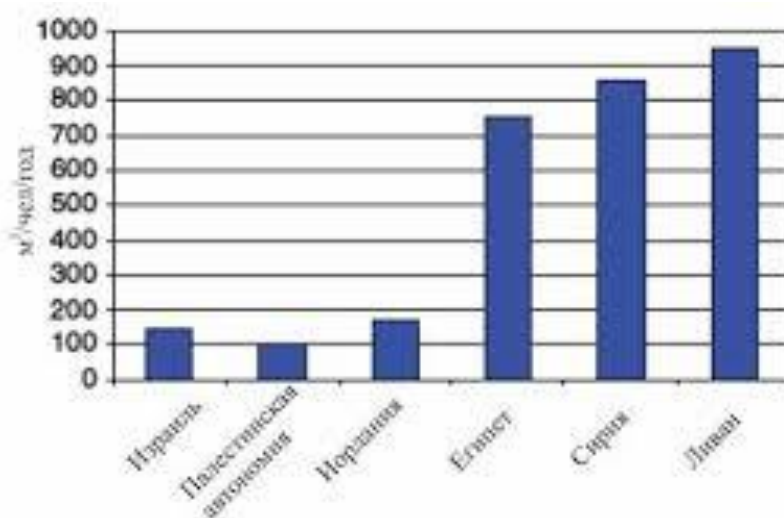


Рисунок 1 - Водопотребление стран мира

Израиль на сегодняшний день занимает одно из лидирующих мест по производству и разработке инновационных технологий для сельского хозяйства. Удивительным остается тот факт, что эта маленькая страна имеет огромное множество проблем для занятия земледелием: нехватка плодородных

земель, ограниченное количество воды, засушливый климат и многое другое. И все эти сложности лишь поспособствовали развитию технологий и вывели Израиль на столь высокий уровень, который позволяет конкурировать на рынке с мировыми державами.

На сегодняшний день Израильские разработки позволяют практически любому агробизнесу выйти на совершенно новый технологичный уровень, увеличить эффективность и прибыль компании.

В чем же особенность израильских разработок и почему они так быстро и уверенно зарекомендовали себя на мировой арене?

Все дело в нестандартном и креативном подходе к ведению сельского хозяйства. Ведь Израиль обладает лишь 20% земель, пригодных для использования в сельскохозяйственных целях, что стимулирует осваивать этот небольшой участок страны с максимальной эффективностью. На сегодняшний день израильские технологии в области с/х используются во многих странах мира и позволяют добиваться рекордных результатов за кратчайшие сроки.

Технология капельного орошения, созданная и развитая в Израиле в середине прошлого века, на протяжении десятилетий доказывает свою эффективность в вопросах водосохранения, повышения урожайности и качества выращиваемых культур. В 60-х годах прошлого столетия, израильский инженер Симха Блас, заметил, что деревья на участке росли и плодоносили лучше там, где вода поступала дозированно непосредственно к дереву. Принцип адресной подачи влаги к корневой системе дал возможность объединить процессы орошения и удобрения в единой инфраструктуре полива. Метод капельного орошения характеризуется наличием постоянной распределительной сети под давлением, позволяющей осуществлять контролируемые поливы, точно соответствующие водопотреблению насаждений. При поверхностном орошении или при поливе дождеванием вследствие большого межполивного интервала в почве периодически создаются условия местного переувлажнения с последующим высыханием, что, безусловно, подвергает растения стрессам и нарушает нормальный ритм их развития. Капельное орошение позволяет поддерживать влажность корнеобитаемого слоя во время всего вегетационного периода на оптимальном уровне без значительных колебаний, характерных для всех других способов орошения. При капельном орошении увлажнение почвы осуществляется капиллярным путем, за счет чего сохраняются оптимальные свойства почвы.

Основные преимущества систем капельного орошения:

- при сложном рельефе и большом уклоне участка – в данном случае использование ирригационных машин не возможно, капельный метод позволяет равномерный полив в любой точке участка;

- на почвах склонных к засолению – при капельном поливе (до определённых уровней) происходит выдавливание солей в корнеобитаемой зоне;

- повышение урожайности в 2-3 раза;

- увеличение выхода товарной продукции до 90%;

- экономия воды и удобрений по сравнению с дождеванием на 50-60%;

- снижение производственных и трудовых затрат на орошение 1 га на 300-400%;

- предотвращение загрязнения грунтовых вод, то есть не создаются условия для вторичного засоления почвы;

- возможность поливочной системы точно дозировать подаваемое к данному растению количество воды, подводя к нему определенное количество известного расхода капельниц и включая систему капельного орошения на заданное время;

- повышение количества и качества урожая - прибавка урожая за счет применения капельного способа полива и питания растений обычно достигает в плодовых насаждениях и на виноградниках 20-40%, а на овощных культурах - 50-80% (при этом созревание овощей происходит на 10-15 дней раньше);

- уменьшение затрат труда - по сути, системы капельного орошения являются стационарными и позволяют автоматизировать весь процесс полива и питания растений;

- снижение расхода воды от 20 до 80% в сравнении с другими методами орошения. Величина этой экономии зависит от климатических условий, вида насаждений, типа почв, технических характеристик самой системы;

- правильно спроектированная система капельного полива позволяет добиться максимально равномерного распределения поливной воды и питательных элементов по всему участку, обеспечивая стандарт в развитии растений и сроках их созревания, что облегчает сбор урожая и снижает его потери;

- ограниченное увлажнение поверхности поливного участка не мешает работе сельскохозяйственных машин. Нет необходимости ждать высыхания почвы после полива, соответственно все агротехнические мероприятия можно проводить в оптимальные сроки и одновременно с орошением. Это позволяет создать лучшую организацию труда и ритмичность в использовании машин;

- небольшие разовые дозы поливной воды, необходимые при работе с системами капельного полива, позволяют использовать водо-источники с ограниченным дебетом, либо проводить полив одновременно на больших площадях;

- благодаря поддержанию постоянной влажности почвы в корневой зоне растений концентрация водо-растворимых солей в этой зоне снижается, что позволяет, с одной стороны, использовать поливную воду с повышенным содержанием солей и, с другой стороны, применять этот вид орошения на почвах, склонных к засолению. Благодаря точной дозировке поливных норм не создается опасность повышения уровня грунтовых вод и вторичного засоления почв;

- при капельном орошении не происходит намокания вегетативной массы и плодов растений, что имеет существенное значение (особенно у овощных культур) для предотвращения заболеваний, солнечных ожогов и получения урожая высокого качества.

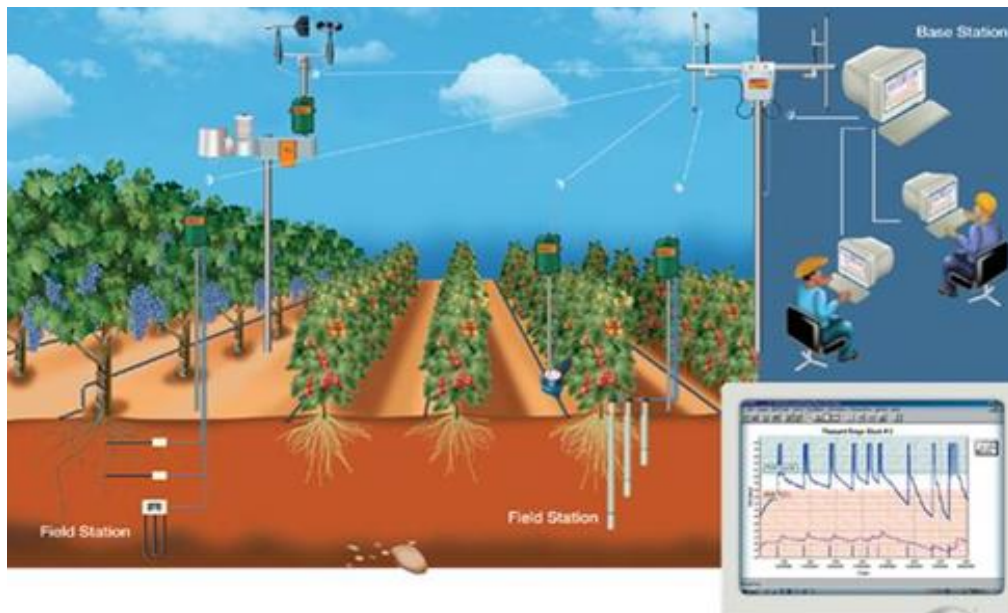


Рисунок 2 - Автоматизированная система капельного орошения

Организация тепличного хозяйства Тепличное хозяйство – это сфера, в которой Израиль достиг невероятных высот, несмотря на засушливый климат, неплодородную почву и постоянную нехватку воды. На сегодняшний день общая площадь теплиц в Израиле составляет более 3 тысяч га. При этом все теплицы гарантированно приносят высокую урожайность благодаря израильским разработкам, которые позволяют не зависеть от климатических факторов.

Методы организации тепличного хозяйства в Израиле, несомненно, можно назвать технологиями будущего в сельскохозяйственной области. Израильским фермерам удается строить теплицы даже на непригодных для сельского хозяйства территориях. Благодаря использованию современных ирригационных систем, а также уникальным материалам (мульчирующая пленка - предотвращает испарение влаги и появление вредителей и сорняков, сетчатое покрытие - термальный экран, который охлаждает растения днем и сохраняет тепло ночью, т.д.), которые используются для строительства тепличных комплексов, достигается высокая урожайность в достаточно короткие сроки.

В связи с жарким израильским климатом, разработчики тепличных конструкций уделяют особое внимание поддержанию необходимой для растений температуры. Для этих целей используются специальные солнцезащитные шторы, термальные экраны в виде сетчатого покрытия и др.

Одой из наиболее эффективных технологий производства тепличных комплексов в Израиле является метод фертигации. Это особый способ удобрения с поливной водой, который позволяет контролировать и регулировать концентрацию минеральных веществ, необходимых для растения, тем самым повышая урожайность и экономическую эффективность. Еще одной гордостью израильских ученых являются компьютерные программы, созданные для управления всем циклом работы теплицы: регуляция климата, водоснабжения, энергосбережения и т.д.

Заключення. Израїль служить свого рода прикладом для багатьох країн світу, які вже стали переняти досвід ізраїльтян, які довели, що не існує нічого неможливого в сільському господарстві, а використання теплиць, безумовно, є на сьогоднішній день найбільш раціональним рішенням, враховуючи змінливість і нестійкість погодних умов.

Список використаної літератури

1. Mamedov A., Soudarukov I., Martinez A.S. Riego por goteo // *Voluntad Hidraul*, 1983, Т. 20. № 61, р. 23-30.
2. Osterli Ph. Irrigation management: spells success // *am. Vegetable Grower and Greenhouse Grower*, 1983. V.31. - № 9. - P.32-33.
3. Renn L. «Catsup wars» thicken, thanks to drip // *Irrigation Age*, 1986; Т. 20. № 8, р. 20J 20K.
4. Bowen J. Drip irrigation may bring considerable benefits by the grower. *Agribusiness worldwide*, 1986. - Т. 8. - № 5. - P. 28-29.
5. Орловський Н.С., Зонн І.С. Водні ресурси Ізраїля: досвід освоєння. *Проблеми постсоветського простору*. 2018;5(1):8-36.<https://doi.org/10.24975/2313-8920-2018-5-1-8-36>.

УДК 631.674:004

Доценко В.І., Ткачук Т.І.

Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИ РОЗРАХУНКУ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНІКИ ПОЛИВУ ПОВЕРХНЕВО-САМОПЛИВНИМ СПОСОБОМ

Поверхнево-самопливний спосіб поливу найрозповсюдженіший і найстаріший спосіб у світі. З розвитком дощування і краплинного зрошення цей спосіб почав втрачати свої значення через велику трудомісткість, великі втрати води і нерівномірність розподілу води по зрошуваній площі. Але простота і незначна вартість обладнання дають можливість здійснити полив навіть для господарств, які знаходяться у скрутному економічному стані, коли немає можливості застосовувати дощувальні машини, що є досить актуальним для України.

Для таких умов розроблені підпрограми для розрахунку елементів техніки поливу по борознах і смугах, які входять до програмного комплексу WATER для розрахунку режиму зрошення і техніки поливу. Механізм надходження води в ґрунт при поверхневому зрошенні складається із горизонтального переміщення потоку води по поверхні ґрунту (суцільним шаром чи окремими струменями) і вертикального вбирання капілярним та гравітаційним шляхом.

Даний програмний комплекс дає можливість розраховувати декілька самостійних завдань для проведення поверхневого поливу, а саме:

- розрахунок елементів техніки поливу під конкретні природно-господарські умови;
- визначення технологічних параметрів організації поливу;
- визначення продуктивності і норми виробки на одного поливальника при застосуванні конкретних умов поливу;
- розрахунок і побудова циклограми водорозподілу.

Розрахунок елементів техніки поливу по борознах. Величина елементів техніки поливу по борознах змінюється в досить великих межах залежно від конкретних умов проведення поливів і відповідних прийомів їх здійснення.

Для розрахунку елементів техніки поливу необхідно спочатку задати параметри борозни: Ширину по низу, Глибину, Закладання відкосів, Шорсткість і Похил борозни.

Глибина, ширина по низу і закладання відкосів борозни залежать від сільськогосподарських машин, що нарізають борозни, ширини міжрядь, механічного складу і водопроникності ґрунту. Тому їх необхідно задавати безпосередньо для кожного конкретного випадку. Як правило, ширина по низу складає 0,1 м, закладання відкосів – 1, і все регулювання водорозподілу здійснюють тільки за рахунок зміни глибини нарізання борозни.

Похил борозен залежить від похилу поверхні землі і повинен коливатись в межах від 0,0005 до 0,03.

Для характеристики водопроникності ґрунту застосована модель О.М. Костякова, яка враховує поступове зменшення швидкості вбирання води. Для цього необхідно знати: швидкість вбирання води в ґрунт в кінці першої години поливу і коефіцієнт затухання швидкості вбирання, який змінюється від 0,2 до 0,8 для різних ґрунтів.

Необхідно також задати Умови проведення поливу (поливну норму і відстань між борознами). Відстань між борознами приймають залежно від ширини міжрядь. В окремих випадках борозни можна нарізати через рядок.

В результаті розраховується (задається) Глибина води в борозні із розрахунку 1/3 від глибини самої борозни. Якщо в подальшому виявиться, що глибина води занадто мала то необхідно задавати більшу глибину борозни.

Площа поперечного перерізу, Змочений переріз і Гідравлічний радіус розраховуються за формулами для поперечного перерізу каналу трапецієподібної форми. Коефіцієнт Шезі розраховується як для каналу в земляному руслі за формулою М.М.Павловського.

Швидкість і Витрата води розраховуються за формулами рівномірного руху води у відкритому руслі (за формулою Шезі). Розмив ложа борозен здійснюється при середній швидкості потоку більше 0,1-0,15 м/с і поверхневих – більше 0,2 м/с. Якщо в розрахунку буде отримана більша швидкість, то необхідно зменшити глибину борозни, автоматично зменшиться глибина води в борозні, витрата і швидкість. Отже, можна підібрати допустиму глибину борозни.

Тривалість поливу задається із умови вбирання в ґрунт заданої поливної норми у відповідності зі швидкістю вбирання. При цьому враховується, що швидкість вбирання води в ґрунт змінюється за моделлю М.О. Костякова.

Довжина добігання води по сухій борозні за час поливу розраховується залежно від витрати води в борозну, тривалості поливу і динаміки зміни швидкості вбирання води в ґрунт. Як правило, довжину борозни приймають дещо більше на величину, яка враховує накопичення води в борозні. Ця величина і приймається як Повна довжина борозни.

Отримані результати розрахунку можна записати у файл ТехнікаПоливу.txt який потім можна роздрукувати або вставити в інший документ.

Організація розподілу води в борозни – програмний модуль який дає можливість правильно розподілити всю воду, що подається на поле по його території, з метою забезпечення поливу за заданий час. При цьому не повинно бути простоїв і перевантажень системи.

Для поливу по борознах можна застосувати одну із двох схем поливу: поздовжню чи поперечну. При поздовжньому розташуванні тимчасової зрошувальної мережі вода надходить у тимчасовий зрошувач, потім у вивідну борозну, а з неї – у поливні борозни. При поперечній схемі вода з каналу надходить у тимчасовий зрошувач, а з нього – у поливні борозни.

При розрахунках необхідно задати: РОЗМІРИ ЗРОШУВАНОЇ ДІЛЯНКИ (ДОВЖИНУ І ШИРИНУ) при цьому вважається, що вся тимчасова зрошувальна мережа на ділянці задана паралельно одній із сторін поля.

Необхідним елементом розрахунку є Кількість тимчасових борозен і Вивідних борозен. При цьому вважається, що вони розташовані рівномірно по всьому полю (з однаковими відстанями один від одного). Кількість вивідних борозен задають із розрахунку довжини поливної борозни.

Кількість тимчасових борозен задають із максимально допустимої довжини вивідних борозен (поздовжня схема) або допустимої довжини поливних борозен (поперечна схема). Для рівномірного розподілу зрошувальної води по полю необхідно правильно задати Поливну норму.

Крім того необхідно задати умови проведення поливу Тривалість поливу в добах, Тривалість робочої зміни в годинах і Кількість змін за добу, Ширину міжрядь і витрату у борозну.

Витрату у борозну назначають на підставі попереднього розрахунку Елементів техніки поливу.

В результаті розрахунку визначають для кожного елемента: довжину; площу, га; кількість (всього і одночасно працюючих); кількість черг; тривалість роботи, год.; витрату води, л/с.

Розрахунок продуктивності при поливі по борознах – розрахунковий модуль, який дає можливість скласти баланс робочого часу зміни і розрахувати продуктивність поливальника за годину і зміну.

Для розрахунку продуктивності необхідно задати параметри борозни (ширину борозни по низу, її похил, закладання відкосів, довжину і витрату в борозну). Необхідно також задати характеристику ґрунтового покриву: механічний склад, швидкість вбирання води в ґрунт в кінці першої години і коефіцієнт затухання швидкості вбирання. Третьою групою вихідних даних для даної підпрограми є умови проведення поливу (ширина міжрядь, тривалість

зміни і тривалість підготовчо-заключної роботи). По умовчання дані параметри переходять із попередніх розрахунків, але при необхідності їх можна змінити.

Розрахунок ведеться для декількох варіантів поливних норм із кроком $50 \text{ м}^3/\text{га}$. Мінімальна поливна норма підбирається із умови добігання зрошувальної води до кінця поливної борозни. При цьому поливна норма ділиться на дві величини: поливної норми добігання і поливної норми дозволоження. Цим нормам відповідає тривалість добігання і тривалість дозволоження. Сумарна величина складає тривалість поливу однієї борозни.

Продуктивність поливального за годину чистої роботи залежить від зрошуваної площі однієї борозни (ширини міжряддя і довжини борозни) і обернено пропорційна тривалості поливу борозни. Як правило, полив однієї борозни ніхто не проводить. Полив здійснюють для декількох борозен одночасно, тому і продуктивність за годину не змінюється і не залежить від поливної норми. Тому що при збільшенні поливної норми пропорційно збільшується і кількість одночасно працюючих политих борозен.

Робочий процес поливального складається із підготовки ділянки для поливу протягом зміни (влаштування перемичок, підправка поливних борозен, тимчасових зрошувачів і вивідних борозен і т.д.), пусків води (на початку зміни), розподілу її по поливних борознах, регулювання подачі у тимчасові зрошувачі і поливні борозни, спостереження за поливом, усунення розмивів борозен, закриття води (в кінці зміни), очистка і заточка кетменя чи лопати. При розрахунку норм виробки прийняті існуючі нормативи затрат робочого часу.

Побудова циклограми розподілу води по борознах. Циклограма водорозподілу – це узагальнення графічної характеристики поливу і показників якості технологічного процесу (рис. 1).

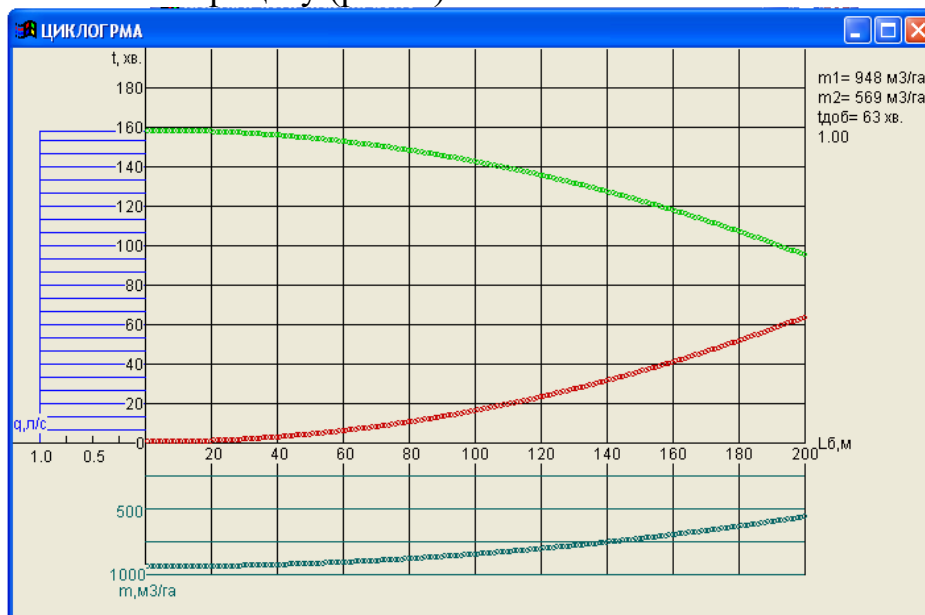


Рисунок 1 – Форма «ЦИКЛОГРАМА»

Циклограма дає можливість проаналізувати розподіл по довжині зрошувальної води (рівномірність поливу) і підібрати найкращі елементи поливу при заданих умовах.

В даній підпрограмі розглянутий варіант поливу по проточних борознах струменем з постійною витратою при нормі добігання зі зволоженням ґрунту в процесі поступового пересування води по сухій борозні, практично без проточності (скиду). Даний варіант застосовується при водорозподілі із застосуванням переносної поливної арматури, при механізованому водорозподілі із водовипусків позиційно працюючих поливних машин, тобто цей варіант найбільш розповсюджений. За бажанням замовника можуть бути розглянуті інші варіанти поливу.

Аналогічні модулі розроблені і для поверхневого поливу по смугах.

УДК 631.67

Сташук В.А.¹, Морозов В.В.², Морозов О.В.², Козленко Є.В.³

¹*Українська спілка промисловців та підприємців, м. Київ, Україна*

²*ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет», м. Херсон, Україна*

³*Управління каналів р. Інгулець, м. Снігурівка, Україна*

ІНГУЛЕЦЬКА ЗРОШУВАЛЬНА СИСТЕМА: СТАН, ПРОБЛЕМИ, ПЕРСПЕКТИВИ

Вступ. На Інгулецькій зрошувальній системі (ІЗС) одним з актуальних питань на сьогоднішній день залишається покращення якості поливної води та оптимізація водно-сольового режиму ґрунтів. Для цього потрібна розробка надійних методів комплексної оцінки ефективності еколого-меліоративного режиму зрошуваних земель.

Вирішенню проблеми покращення якості поливної води та стану земель ІЗС В.В. Морозова, В.М. Нежлукченка, Є.Г. Волочнюка, 2003 р. [2]; В.А. Сташука, 2010 р. [3]; С.А. Балюка, В.Я. Ладних, 2012 р.; О.В. Морозова, 2012 р., В.В. Морозова, Є.В.Козленка, 2015 р. [1, 4] та ін. вчених. Ними розроблені рекомендації щодо оптимальних режимів зрошення сільськогосподарських культур, параметрів горизонтального дренажу, технологій хімічних меліорацій ґрунтів [1,2]. Концепція відновлення та розвитку зрошення у Південному регіоні України спрямована на вирішення основних проблем зрошення з урахуванням сучасного стану діючих зрошувальних систем [5].

Основна частина. Метою досліджень, які проведені на ІЗС в період 2000-2018 рр., було - надати об'єктивну узагальнюючу оцінку ефективності еколого-меліоративного режиму земель Інгулецької зрошувальної системи в різні, характерні періоди роботи системи.

Для об'єктивної оцінки ефективності еколого-меліоративного режиму застосований індексний метод, який розроблений професором Морозовим В.В. Сутність методу полягає в комплексній оцінці всіх показників еколого-меліоративного режиму впродовж вивчаємих періодів роботи ІЗС. Тому дані дослідження мають як теоретико-методологічне, так і практичне значення для управління зрошенням та ґрунтотворним процесом.

Ключовим елементом управління зрошенням та ґрунтотворним процесом є формування еколого-меліоративного режиму зрошуваних ґрунтів та ландшафтів. Під еколого-меліоративним режимом розуміється сукупність вимог до регулюємих показників ґрунтотворного процесу, формування яких забезпечує раціональне водокористування, відповідний еколого-меліоративний стан агроландшафту, підвищення родючості і продуктивності ґрунтів, одержання екологічно чистої сільськогосподарської продукції. Принципи і методи формування еколого-меліоративного режиму зрошуваних земель є необхідною складовою моніторингу зрошуваних земель.

При оцінці ефективності та результативності еколого-меліоративного режиму зрошуваних земель пропонується застосування **індексного методу**, основою якого є аналіз показників еколого-меліоративного режиму. Індекс - це узагальнюючий відносний показник, який характеризує динаміку рівня вивчаємого процесу у часі, в порівнянні із нормативними (гранично-допустимими) значеннями, планом, проектом або їх співвідношеннями в просторі і часі. В методології вивчення ґрунтотворного і ландшафтотворного процесів індекси розглядаються як відносні величини динаміки кожного з вивчаємих еколого-меліоративних, економічних, екологічних показників та вивчаємого процесу в цілому (загальні, інтегровані індекси).

В зрошуваному землеробстві, меліоративному ґрунтознавстві, меліоративній гідрогеології, гідромеліорації, екології, ландшафтознавстві, економіці природокористування індексний метод оцінки результативності і ефективності еколого-меліоративного режиму також є важливим міждисциплінарним аналітичним засобом, в т.ч. установа зв'язків між вивчаємими показниками. При цьому доцільно застосовувати не тільки окремі індекси, а і системи (блоки) індексів.

При дослідженні ґрунтотворних і ландшафтотворних процесів на зрошуваних землях індексний метод доцільно застосовувати при аналізі змін стану ґрунту (ландшафту) як вивчаємої системи та їх елементів на всіх етапах розвитку. В процесі досліджень розроблений алгоритм індексного методу оцінювання результативності та ефективності формування еколого-меліоративного режиму зрошуваних ґрунтів:

1. Індекси визначаються для всіх регулюємих показників еколого-меліоративного режиму. Показники можуть бути як фізично визначеними величинами (наприклад, урожайність, рівень підґрунтових вод, мінералізація води, дренажний стік тощо), так і розрахованими величинами, в т.ч. за допомогою методів моделювання і прогнозування (наприклад, іригаційні показники якості поливної води – SAR, SAR*, коефіцієнт іонного обміну).

2. Для всіх аналізуємих показників еколого-меліоративного режиму необхідна наявність гранично допустимих концентрацій або їх нормативних значень, які мають відповідне науково-методологічне обґрунтування.

3. Індекси визначаються як для окремих показників, так і для групи (блоку) показників, які характеризують вивчаємий процес (наприклад, це процеси підтоплення, вторинного засолення, осолонцювання ґрунтів тощо), а

також для загального визначення результативності та ефективності формування еколого-меліоративного режиму.

4. При визначенні індексів, показники еколого-меліоративного режиму умовно поділяються на **кількісні** і **якісні**. До регулюємих кількісних показників відносяться ті які можна характеризувати фразою «чим більше, тим краще» (наприклад: рівень підґрунтових вод, урожайність сільськогосподарських культур, рівень рентабельності тощо). До регулюємих якісних показників відносяться ті, які характеризуються як «чим менше, тим краще» (наприклад: ступінь засолення і осолонцювання ґрунту, мінералізація і показники хімічного складу зрошувальної води, вміст в ґрунті і воді токсичних і радіоактивних елементів, важких металів, ряд економічних показників – собівартість, строк окупності еколого-меліоративних заходів та ін).

5. Індокси умовно поділяються на ті, що характеризують **ефективність еколого-меліоративного режиму** (до них відносяться техніко-економічні показники: урожайність, собівартість, строк окупності тощо) та ті, що характеризують **результативність еколого-меліоративного режиму**, до них відносяться, в основному, еколого-меліоративні показники (рівень підґрунтових вод, ступінь засоленості осолонцювання ґрунтів, мінералізація і хімічний склад зрошувальної, дренажної, скидної води та ін.).

6. Індокси результативності та ефективності еколого-меліоративного режиму (I) визначаються за формулою:

$$I = \frac{I_1}{I_2}, \quad (1)$$

де I_1 - для **кількісних показників** фактичне значення показника в аналізуємий період часу, а I_2 - проектне (планове, нормативне) значення цього показника; I_1 - для **якісних показників** нормативне (планове) значення показника, або його гранично-допустима концентрація, а I_2 - фактичне значення показника.

7. Для всіх вивчаємих показників при $I \geq 1$ еколого-меліоративний режим характеризується як результативний (ефективний) за цим показником, а при $I < 1$ – як не результативний (не ефективний) за відповідним показником.

Наприклад, визначаючи ефективність еколого-меліоративного режиму при вирощуванні сої на зрошуваних ґрунтах Інгулецького масиву одержана фактична врожайність 3,5 т/га при проектній (плановій) урожайності-3,0 т/га. При визначенні індексу ефективності еколого-меліоративного режиму за кількісним показником урожайності (y) за формулою 1, одержуємо значення $I_o = \frac{3,5}{3,0} = 1,16 > 1$ («+» - еколого-меліоративний режим є ефективним).

Загальний індекс результативності (ефективності) еколого-меліоративний режим (I_ζ) розраховується за формулою 2:

$$I_\zeta = I_1 \cdot I_2 \cdot \dots \cdot I_n, \quad (2)$$

де I_1, I_2, I_n - індекси результативності (ефективності) ЕМР за всіма вивчаємими показниками еколого-меліоративного режиму (кількісними і якісними).

При $I_{\zeta} \geq 1$ - еколого-меліоративний режим є результативним (ефективним), а при $I_{\zeta} < 1$ - еколого-меліоративний режим - не результативний (не ефективний).

8. При необхідності, можливо більш детально характеризувати ступінь результативності (ефективності) еколого-меліоративного режиму зрошуваних ґрунтів (табл.1).

9. Індеси показників результативності (ефективності) еколого-меліоративного режиму визначається в часі і просторі. Можливо їх порівнювати на різних дослідних ділянках, в різних господарствах, а також в різні періоди роботи зрошувальної системи.

Таблиці 1 – Класифікація ступеня результативності (ефективності) еколого-меліоративного режиму зрошуваних ґрунтів

Значення індексу	Ступінь результативності (ефективності) еколого-меліоративного режиму
<0,8	Низький ступінь результативності (ефективності)
0,80-0,99	Не результативний (не ефективний)
$\geq 1,0-1,2$	Результативний (ефективний)
>1,2	Високий ступінь результативності (ефективності)

Важливо, щоб база порівняння (гранично-допустимі або нормативні показники) залишалася незмінною. При цьому даний метод передбачає порівняння не фактичних значень вивчаємих показників, а тільки відповідних індексів.

10. Індексний метод оцінювання результативності та ефективності еколого-меліоративного режиму зрошуваних ґрунтів (земель) доцільно застосовувати при здійсненні еколого-агромеліоративного моніторингу зрошуваних ґрунтів (земель), при виконанні меліоративних проектів та їх екологічній експертизі, в наукових дослідженнях та при розробці рекомендацій щодо оптимізації всіх показників і параметрів еколого-меліоративного режиму зрошуваних ґрунтів.

Висновки. Результати досліджень, що проведені в умовах Інгuleцької зрошувальної системи показали, що запропонований індексний метод оцінки ефективності еколого-меліоративного режиму зрошуваних земель є об'єктивним, комплексним і оперативним, він може застосовуватись при оцінці роботи зрошувальних систем та її окремих елементів, а також при розробці рекомендацій щодо підвищення ефективності їх роботи цих систем. При аналізі динаміки ефективності меліорації зрошувальної води можливо також оцінювати її іригаційні показники.

Перспективи подальших досліджень. Задачею подальших досліджень, які плануються на інших зрошувальних системах в Південному регіоні України, є дослідно-виробнича перевірка запропонованого індексного методу оцінки ефективності еколого-меліоративного режиму та його складових, а також

розробка рекомендацій щодо підвищення ефективності еколого меліоративного режиму зрошуваних ґрунтів і ландшафтів.

Список використаної літератури:

1. Рекомендації щодо раціонального використання земель Інгулецької зрошувальної системи / за ред. С.А.Балюка. – Харків: Вид «Міськдрук», 2012. – 68 с.

2. Землі Інгулецької зрошувальної системи: стан та ефективне використання / за наук. ред. В.О.Ушкаренка, Р.А. Вожегової. – К.: Аграр.наука, 2010. – 352с.

3. Меліорація води і агроландшафтів в басейні р. Інгулець: Монографія / за наук. ред. В.А. Сташука, В.В. Морозова. – Херсон: Вид-во «Айлант», 2010. – 329 с.

4. Морозов В.В. Інгулецька зрошувальна система: покращення якості поливної води. Серія: Ефективне використання зрошуваних земель. Монографія. / Морозов В.В., Козленко Є.В. - Херсон, Вид-во ПП «ЛТ-Офіс», 2015. – 202 с.

5. Концепція відновлення та розвитку зрошення у Південному регіоні України / за наук. ред. М.І.Ромащенко – К.:ЦП «Компринт», 2014 – 28с.

УДК 631.587:004

**Жовтоног О.І.¹, Поліщук В.В.¹, Філіпенко Л.А.¹, Бутенко Я.О.¹,
Салюк А.Ф.¹, Хоменко А.В.²**

¹*Інститут водних проблем і меліорації НААН, м. Київ, Україна*

²*ТОВ «Україна Агропром», м. Каховка, Херсонська обл.*

ПІДТРИМКА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У ЗРОШУВАНОМУ ЗЕМЛЕРОБСТВІ ЗА ДАНИМИ НАЗЕМНОГО ТА ДИСТАНЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ

Вступ. В останні роки розпочались процеси відновлення зрошення та інтенсифікації використання зрошуваних земель. За умов підвищення вартості енергоносіїв та інших видів матеріально-технічних ресурсів, а також необхідності повернення інвестицій у реконструкцію та відновлення зрошувальних систем, значно підвищуються вимоги до управління технологічними процесами у зрошуваному землеробстві. Замість планування та прийняття рішень за методичними рекомендаціями, зональними технологічними картами та експертними оцінками, з'являється потреба у залученні для прийняття рішень значно більшої кількості оперативної інформації про поточний стан посівів та ґрунтів, у оперативному плануванні поливів та інших технологій зрошуваного землеробства з використанням інформаційних систем.

Для значного підвищення ефективності та оперативності прийняття рішень, зменшення ризиків втрати ресурсів та коштів необхідне створення загальної «платформи» для акумуляції, обробки, аналізу та представлення потрібної для управління інформації.

З розвитком та спрощенням доступу до сучасних технічних засобів як наземного, так і космічного моніторингу, з'являється можливість отримання у оперативному режимі великої кількості інформації одночасно для великих зрошуваних масивів. Потужні потоки різноманітних даних від автоматичних метеостанцій, сенсорів вологості та температури ґрунту і рослин, інформаційних систем обробки даних космічних знімків, інформаційної системи «ГІС Полив» стають доступними через мережу Інтернет. Для вирішення цієї проблеми пропонується організація даних космічного і наземного агромоніторингу та впровадження інформаційних систем у складі єдиного Інтернет-порталу «SMART IRRIGATION».

Основна частина. Методика експериментальних досліджень передбачала виконання оцінки використання зрошення на територіях крупних господарств у Херсонській та Запорізькій областях на основі аналізу результатів впровадження інформаційної системи оперативного планування зрошення «ГІС Полив», природних, технічних та господарських умов ведення зрошення, а також оцінки розвитку біомаси с.-г. культур протягом зрошувального сезону на основі даних космічного моніторингу. Для виконання аналізу протягом 2018 р. продовжено та завершено формування бази даних за вегетаційні періоди 2016-2017 рр. Сформовано базу даних по пілотним господарствам. База даних містить інформацію для 306 полів на 10-ти сівозмінах з загальною площею 9266,09 га. На полях вирощувались наступні сільськогосподарські культури: соя, соняшник, озима пшениця, люцерна та ріпак озимий. У табл.1 представлено фрагмент створеної загальної бази даних по господарствах та насосних станціях (НС).

Таблиця 1 - Фрагмент бази даних щодо ведення зрошення по господарствах та окремим НС

Параметри	Господарство №1			Господарство №2		Господарство №3		Господарство №4		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Насосна станція										
Площа зрошення, га	957	1047	934	1167,5	723,9	667	1028,14	690,98	1006,79	1043,78
Ліміт НС, л/с	1239	1399	667	1120	722,670	1470	1120	1470	980	1200
Кількість полів	17	17	17	15	9	11	19	10	14	16
Кількість одночасно працюючих ДМ	12	12	7	8	9	8	15	7	12	15
Соя, У сер., ц/га	34,7	36,4	38,5	35,86	37,17	32,89	28,96	31,01	31,82	34,9
Пшениця, У сер., ц/га	-	68,1	65	58,72	59,36	0	0	54,93	66,7	64,57
Соняшник, У сер., ц/га	30,1	-	25,3	28,91	31,67	0	0	37,5	33,1	33,45
Люцерна, Усер., ц/га						16,85	44,3	0	0	0
Ріпак, Усер., ц/га						-	31,9	0	0	0

Для кожного поля господарств виконано уніфікацію даних, що були отримані від різних інформаційних ресурсів (дані інтернет – метеостанції, дані наземного та космічного моніторингу, результати розрахунку інформаційної системи оперативного планування зрошення, інформація від фахівців господарств) для використання даних у складі єдиного Інтернет-порталу планування зрошення – «SMART IRRIGATION».

1. За результатами досліджень розроблено та апробовано методику оперативного аналізу стану використання зрошення за даними наземного та дистанційного моніторингу.

Методика базується на системному аналізі, що розглядає зрошення земель, як відкриту складну природно–технічну та соціально-економічну систему. Аналіз здійснюється на основі порівняльної індикативної оцінки стану використання зрошення за окремими групами індикаторів, що характеризують зовнішні та внутрішні впливи на систему. Індикативна оцінка проводиться окремо для кожного господарства, НС, сівозміни, поля, після цього виконується порівняння її результатів між господарствами з метою об'єктивної оцінки впливу на результати зрошення зовнішніх та внутрішніх факторів.

Запропоновано використовувати наступний перелік індикаторів:

Природні: наявність та інтенсивність посухи, обсяги та розподіл опадів; характеристика складності рельєфу полів зрошуваного масиву (складний, прийнятний, задовільний).

Технічні: коефіцієнт використання дощувальних машин (ДМ) – відношення кількості ДМ, які обслуговують масив зрошення, до кількості ДМ, які можуть проводити полив одночасно при існуючій потужності НС; частота аварійних випадків, що зупиняли полив (поломка ДМ, порив трубопроводів); тип дощувальної техніки та її характеристики.

Стан управління (дотримання технологій): вплив культур-попередників на продуктивність; дотримання оптимального режиму зволоження ґрунту відповідно до рекомендацій ІС “ГІС Полив” (аналіз динаміки вологості ґрунту); відповідність фактичної зрошувальної норми водопотребі с.-г. культур у зрошенні у даних погодних та ґрунтових умовах; кількість днів з вологістю нижче критичної у різні періоди вегетації (до критичний, критичний, після критичний); обсяги недоливів та їх динаміка; об'єми гравітаційного стоку; дотримання інших технологій зрошуваного землеробства за даними ДЗЗ (стан посівів на полях зрошуваного масиву за даними обробки космічних знімків).

Організаційні: рівень координації у прийнятті рішень між спеціалістами господарств (агроном/гідротехнік/директор); оперативність отримання доступу до даних розрахунків ІС “ГІС Полив” (доступ до Інтернету, мобільний зв'язок); якість оперативного зворотного зв'язку зі спеціалістами, які здійснюють управління).

Економічні: врожайність (по кожному полю, середнє значення по масиву зрошення, розподіл показника по площі масиву у визначених діапазонах); динаміка стану посівів по даним ДЗЗ (вегетаційний індекс та інші); продуктивність використання зрошувальної води (співвідношення урожайність/зрошувальна норма).

Дана методика апробована на прикладі бази даних, що сформована для зрошуваного сезону 2017 р. Індикативна оцінка використання зрошення виконана для чотирьох господарств та масивів зрошення, що обслуговуються 10-ма окремими насосними стаціями. В табл. 2 представлено фрагмент індикативної оцінки ведення зрошення по господарствах та окремим НС.

Таблиця 2 - Фрагмент індикативної оцінки ведення зрошення по господарствах та окремим НС для сої

Параметри	Господарство №1			Господарство №2		Господарство №3		Господарство №4		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Насосна станція										
Врожайність в діапазоні 43-37 ц/га, %	40	29	73	17	57	0	0	0	16,6	33
Врожайність в діапазоні 37-32 ц/га, %	20	64	27	68	43	60	24	33,3	41,7	50
Врожайність в діапазоні 32-24 ц/га, %	40	7	0	17	-	40	76	66,7	41,7	17
Коефіцієнт НС	0,71	0,86	0,58	0,53	1	0,73	0,79	0,7	0,93	0,94
Недополив, мм	49	30	19	32,5	32,5	122,4	144,7	98,2	126,5	109
Гравітаційний стік, мм	144	51	25	111,3	53,1	41,8	41,6	47,25	25,24	23,9
Продуктивність води, кг/м ³	0,76	0,79	0,8	0,71	0,92	0,82	0,74	0,7	0,78	0,85
М зр. сер. м ³ /га	4565	4689	4845	5020	4100	4050	3944	4475	4125	4125
М зр. опт (за «ГІС Полив»)	4800	4425	4800	4800	4425	4800	4800	4800	4800	4800
Опади, мм	198	222	243	190,6	190,6	190,4	190,4	190,4	190,4	190,4

Реалізація даної методики дозволяє визначати умови та фактори, що впливають на рівень ефективності використання зрошення (управлінські рішення стратегічного та оперативного характеру, природні фактори, технічний стан зрошувальної інфраструктури, тощо) у кожному господарстві, у межах дії НС, на сівозміні чи окремому полі.

За результатами оцінки зроблені наступні загальні висновки щодо умов використання зрошення на території досліджень:

-тривала екстремальна посуха протягом критичного періоду розвитку рослин обумовила загальне зниження потенціалу сортів у 2017 році;

-незадовільний технічний стан НС, зрошувальної мережі та ДМ, а також недостатні комунікації та злагодженість у прийнятті рішень обумовили нижчу ефективність використання зрошення на НС-х у господарствах №3 та №4;

-високий рівень організації управління та кращий технічний стан зрошувальних машин та НС дозволив мінімізувати негативний вплив технічних та природних факторів на зрошуваних масивах у господарствах №1 (НС №3) та №2 (НС №4, НС №5);

-на ділянках зі складним рельєфом спостерігається нерівномірність зволоження ґрунту, розвиток ерозійних процесів та нерівномірність стану родючості ґрунтів.

Для підвищення ефективності зрошення за результатами оцінки для господарств, де проводились дослідження, запропоновано комплекс довгострокових, короткострокових та оперативних заходів.

На основі результатів досліджень та узагальнення багаторічного досвіду впровадження інформаційних систем планування зрошення у виробництві розроблено Технічне завдання: «Система підтримки прийняття рішень щодо ведення зрошення за даними наземного та дистанційного моніторингу у складі Інтернет-порталу «SMART IRRIGATION»».

Висновки. Реалізація даної методики дозволяє визначати умови та фактори, що впливають на рівень ефективності використання зрошення (управлінські рішення стратегічного та оперативного характеру, природні фактори, технічний стан зрошувальної інфраструктури, тощо) у кожному господарстві, у межах дії НС, на сівозміні чи окремому полі та може бути впроваджена у складі єдиного Інтернет-порталу «SMART IRRIGATION».

УДК 634.11:[631.675:631.674.6]

Шатковський А.П., Журавльов О.В., Мінза Ф.А.

Інститут водних проблем і меліорації НААН, м. Київ, Україна

ЕФЕКТИВНІСТЬ МЕТОДІВ ПРИЗНАЧЕННЯ СТРОКІВ ПОЛИВУ ЗА КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ ЯБЛУНІ

Вступ. Рішення щодо проведення чергового вегетаційного поливу приймають на основі використання того чи іншого методу призначення строків поливу. На сьогодні відомо багато таких методів, які за характерними ознаками і конструктивними особливостями розділяють на 4 основні групи: за вологістю ґрунту, розрахункові, біологічні (фізіологічні) та візуальні. Найбільш достовірними і точними є методи першої групи, яких відомо понад 70, і використання яких базується на моніторингу вологості кореневого шару ґрунту. Одним із недоліків методів цієї групи є трудомісткість виконання робіт, що, у більшості випадків, утруднює їх використання на практиці в сільськогосподарському виробництві.

Цей недолік практично усунуто шляхом використання нових технічних засобів. Більшість сучасних методів визначення вологості ґрунту відносяться до групи непрямих методів, підгрупи «точкові виміри шляхом закладання датчиків (сенсорів) у репрезентативних точках» і базуються на визначенні параметрів, які знаходяться в тісному кореляційному зв'язку із вологістю ґрунту (діелектричній проникності ґрунту, інтенсивності поляризації введених в ґрунт електродів та ін.).

Основна частина. Метою нашої наукової роботи було науково-практичне обґрунтування методів призначення строків поливу для формування оптимального режиму краплинного зрошення, водоспоживання та продуктивності яблуні на підщепі М-9. Для реалізації цієї мети протягом 2015-2017 рр. у Білозерському районі Херсонської області на землях СТОВ «Енограй» проведено польові дослідження на ділянці з багаторічними насадженнями яблуні сорту Ренет Смиренко на підщепі М-9. Для досліджень було змонтовано 5 модулів системи краплинного зрошення відповідно до методів призначення строків поливу:

- автоматична станція вологості iMetos ECO D2 (датчики Echo Probe);
- тензіометричні датчики;
- розрахунковий метод «Penman-Monteith» (метеостанція iMetos 1, комп'ютерна програма CROPWAT 8.0);

- візуальний метод – за зовнішніми ознаками рослин;
- без зрошення (умовний контроль).

Експериментально встановлено параметри режимів краплинного зрошення яблуні залежно від методів призначення строків поливу. Зокрема, у розрізі років досліджень кількість вегетаційних поливів становила від 7,3 до 8,0, норма зрошення 650-693 м³/га, величина сумарного водоспоживання – 3,25-3,30 тис. м³/га, а коефіцієнт водоспоживання – 83,4-122,2 м³/т.

Розрахунками інтегрального показника ефективності використання вологи деревами яблуні – коефіцієнта водоспоживання, доведено, що найбільш ефективним варіантом досліджу є призначення строків вегетаційних поливів за допомогою автоматичної інтернет-станції вологості ґрунту iMetos ECO D2. За використання цього інструментарію для діагностики поливів було одержано мінімальні питомі витрати поливної води на формування 1 тонни плодів яблук – 83,4 м³/га, а також найвищу врожайність – 43,1 т/га товарних плодів.

Висновки. Таким чином, на підставі досліджень, обґрунтовано метод призначення строків поливу на основі даних систем моніторингу вологості ґрунту з використанням цифрових інтернет-станцій iMetos® ECOD2. З цією метою досліджено практичні аспекти використання сучасних систем моніторингу вологості ґрунту на основі інтернет-станцій iMetos®, розроблено алгоритм, встановлено специфіку та особливості роботи датчиків вологості ґрунту Watermark 200SS і Echo Probe (10HS, EC5).

Протягом 2018 р. метод призначення строків поливу за допомогою цифрової інтернет-станції iMetos® ECO D2 впроваджено на землях ТОВ «Енограй» Білозерського району Херсонської області на 46 га краплинного зрошення яблуневого саду. Порівняно з іншими методами (тензіометричний, розрахунковий за «Penman-Monteith») отримано збільшення врожайності плодів яблук на 11-30 % або 3,6-8,4 т/га за практично однакової норми зрошення (690-770 м³/га).

УДК. 631.6(479.24)

Хасаев Г.А.

*Азербайджанский Научно-Производственное Объединение
Гидротехники и Мелиорации (НПО АзГиМ), г. Баку*

ОЦЕНКА МЕЛИОРАТИВНОГО СОСТОЯНИЯ ЗЕМЕЛЬ ШИРВАНСКОГО МАССИВА АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ПЕРИОДЕ ОРОШЕНИЯ

Введение. Ширванский массив орошения расположен на левом берегу реки Куры и занимает территорию от Мингечаурского водохранилища до озера Гаджикабул. Территория является средне засушливой предгорной равниной и здесь всего 12 % от общей площади являются естественно дренированными, остальные площади слабодренированные и бессточные. В состав массива

входят территории Агдашского, Геокчайского, Уджарского, Зардобского, Ахсуинского, Кюрдамирского, Шемахинского и Гаджикабульского районов.

Из общей площади 730 тыс. га Ширванской степи в настоящее время орошаемые составляют 230,18 тыс.га. 153,3 тыс.га или 66,6 % из орошаемых площадей обеспечены искусственным горизонтальным дренажем (на 112,8 тыс.га построены закрытый, а на 40,5 тыс. га открытый дренаж). Дренированных площадей обслуживают, в основном, три магистральные коллекторы с общей протяженностью 308 км. Дренажный модуль отводимых вод составляет 0,1-0,25 л/с.га [1, 2].

Орошение земель массива производится за счет вод рек южного склона Большого Кавказа и в основном Верхне-Ширванского канала (ВШК) забирающего воду из Мингечаурского водохранилища. Коэффициент полезного действия внутрихозяйственных оросительных систем в среднем составляет 0,5-0,6, а межхозяйственных – 0,75.

После сдачи в эксплуатацию, ВШК с 1958 года по сей день с максимальным расходом 78 м³/сек в зоне своего действия он оказывает свое влияние в окружающую среду. Наряду с улучшением водообеспечения он также способствует поднятию уровня грунтовых вод, засолению в зоне влияния почв из-за больших потерь оросительных вод в земляно-руслowych каналах и полях орошения. Поэтому разработка мероприятий по уменьшению потерь и рациональному использованию оросительных вод, по улучшению работы коллекторно-дренажной сети и по улучшению работы коллекторно-дренажной сети и мелиоративного состояния орошаемых земель имеет важное научно-практическое значение.

Основная часть. Главными факторами, определяющими гидрогеолого-мелиоративное состояние Ширванского массива орошения считаются: степень дренированности территорий, глубина залегания и минерализация грунтовых вод, степень засоленности и солонцеватости почв.

На орошаемых землях Ширванского массива за изменениями уровня и минерализации грунтовых вод и за динамикой засоленности и солонцеватости с 1984-го года ведутся регулярные наблюдения Управлением гидрогеолого-мелиоративной службы (УГМС) ОАО Мелиорации и Водного Хозяйства Азербайджана. Эти наблюдения ведутся по сети наблюдательных скважин, установленных в характерных местах орошаемых земель по административным районам. Количество наблюдательных скважин различны в зависимости от рельефа и природных условий территории и изменяются по районам от 130 до 459, их общее количество по массиву составляет 2050 (в среднем на каждый 110 га 1 скважина). Наблюдения за изменением уровня грунтовых вод ведется ежедекадно, а их минерализация изучается 2 раза в году (начале и конце вегетации).

Анализ проведенных наблюдений за прошедшие 30-32 года (с 1984 года) показывает, что самое близкое залегание уровня грунтовых вод (до 1 м и 1-2 м) наблюдается в периферийных частях, на которых распространены отложения конусов выноса Западно Ширванских рек (Турнанчай и Геокчай). На территориях распространения отложений конусов выноса этих рек глубина

залегания уровня грунтовых вод от вершины к периферии постепенно приближается к поверхности земли. В отличие от Западно-Ширванских, в территориях распространения отложений конусов выноса Юго-восточных рек Аксучай и Гирдиманчай грунтовые воды залегают глубже (5-10 м), на территории с залеганием 1 м и 1-2 м от поверхности земли, в основном встречается в прикановном полосе ВШК.

Обобщение многолетних наблюдений показывает, что по Ширванскому массиву орошения площади с залеганием уровня грунтовых вод до 2 м, создающей опасность возникновения вторичного засоления, если в 1989 году составляло 22,3 % от общей площади, то в 2016 году такие площади уменьшились до 21,1 %. Это объясняется наличием значительного дренажного стока. Таким образом, по анализу имеющего многолетнего материала можно определить, что на орошаемых дренированных землях, в основном, предотвращается поднятие уровня грунтовых вод выше критической глубины, который может создать опасность возникновения вторичного засоления и обеспечивается отвод высокоминерализованных грунтовых вод с орошаемых территорий [3, 4].

Из-за отсутствия дренажных сетей на относительно пониженных территориях массива, особенно в период вегетации, уровень грунтовых вод поднимается до поверхности земли. В таких территориях для предотвращения повторного засоления и для регулирования уровня грунтовых вод необходимо создание интенсивной постоянной дренажной сети.

На орошаемых землях случай высокого стояния уровня грунтовых вод, который приводит к появлению вторичного засоления почв, встречается всего на 12,7 % площади Ширванского массива орошения. Такие случаи часто встречаются на орошаемых землях Кюрдамирского, Агдашского и Геокчайского районов. Поэтому первоочередно в этих районах необходимо создание коллекторно-дренажных сетей и проведение ремонтно-восстановительных работ существующих.

Проведенными исследованиями установлено, что за прошедший период в результате питания поверхностными оросительными водами и за счет отведения высокоминерализованных грунтовых вод коллекторно-дренажной сетью, минерализация грунтовых вод в среднем по массиву снизилась примерно в 2 раза от 28,6 г/л до 14,8 г/л [4,5].

В отличии от неорошаемых территорий, в орошаемых минерализация грунтовых вод не очень высокая и варьирует от 2 до 20 г/л. За прошедшие 30 лет наблюдений (с 1984 года) площади с минерализацией до 1 г/л увеличились от 15 % до 27 %, а площади с минерализацией больше 3 г/л уменьшились от 53 % до 40 % от общей площади орошаемых [3, 6].

По последним данным наблюдений на орошаемых землях Ширванского массива площади с минерализацией грунтовых вод меньше 1 г/л составляют 33941 га или 14,7 % от общей площади орошения. На площади 101855 га (44,3 %) минерализация варьировала 1-3 г/л, 48942 га (21,3 %) – 3-5 г/л, а на площади 45401 га (19,7 %) минерализация грунтовых вод составляла больше 5 г/л.

Анализ имеющихся многолетних материалов по засолению показывает заметны изменения в сторону рассоления орошаемых земель. Если в 1984 году из орошаемых земель Ширванского массива незасоленные, слабо, средне и сильно засоленные земельные площади составляли соответственно 37,6 %, 38,4 %, 14,9 % и 9,1 % от общего, то в 2016-году эти площади 44,7 %, 29,0 % и 8,2 %. Как видно, снижение общей минерализации грунтовых вод в массиве орошения способствовало и снижению степени засоления почвогрунтов в зоне аэрации и это является показателем повышения эффективности мелиоративных мероприятий, проведенных за последних годы [3].

Тенденция снижения засоленности орошаемых земель происходит (продолжается) и в настоящее время. По сведениям кадастра орошаемых земель за 2018 год 73,8 % или 169839 га орошаемых земель Ширванского массива являются незасоленными и слабозасоленными, в которых благополучно выращиваются сельскохозяйственные культуры. 18,2 % или 41885 га орошаемых земель средnezасоленные и всего 8,0 % или 18415 га являются сильнозасоленными.

Из орошаемых площадей 97,1 % или 223545 га являются не солонцовыми и слабосолонцеватыми и только 2,9 % или 6594 га – среднесолонцеватые. Для оздоровления средне и сильнозасоленных и солонцеватых орошаемых земель необходимы выполнения соответствующих (учитывающих местных условий) мелиоративных (в том числе и химических) мероприятий.

Оценка мелиоративно-гидрогеологического состояния орошаемых земель, в основном производится на основе уровня залегания и степени минерализации грунтовых вод, степени засоленности и осолонцеватости почв. Обобщение и анализ имеющихся многолетних материалов по состоянию орошаемых земель показывает, что в процессе освоения под сельскохозяйственные культуры общее гидрогеологическо-мелиоративное состояние орошаемых земель со временем улучшается.

Самые благополучные мелиоративные состояния земель характерны орошаемым землям Ахсунского и Агдашского районов. Более неблагоприятные условия встречаются в Зардобском и Кюрдамирском районах, на территориях которых отсутствует подземный сток грунтовых вод [3,4].

В результате проведенных мелиоративных мероприятий в многолетнем разрезе площади орошаемых земель в неблагоприятном состоянии, которые составляли в 1989 году 37,3 % уменьшилась до 30,3 % в 2016 году. На 58,3 тыс.га или 25,34 % орошаемых территориях со слабым и очень слабым естественным дренированием для регулирования и улучшения гидрогеолого-мелиоративного состояния орошаемых земель необходимы работы по восстановлению и реконструкции коллекторно-дренажных сетей.

По сведениям кадастра, отражающего настоящее состояние в некоторых районах массива 30-40 % орошаемых земель оцениваются как удовлетворительные, но склонные к ухудшению. В дренированных землях основной причиной этого является подвержение вторичному засолению земель за счет неправильной эксплуатации коллекторно-дренажных и оросительных

сетей и сооружений на них. А причиной поднятия уровня грунтовых вод выше критического является низкое КПД оросительных сетей и несоблюдение норм и режимов орошения. При планировании мероприятий для предотвращения таких негативных явлений необходимо: на уже опресненных землях – применения техники и технологий экономящих оросительные воды и выполнения мероприятий по уменьшению фильтрационных потерь оросительных каналов; а в неопресненных и слабозасоленных землях одновременное проведение работ по ремонту-восстановлению и реконструкции существующих коллекторно-дренажных сетей, выращивания многополивных сельскохозяйственных культур и применения промывного режима орошения; для оздоровления вновь привлекаемых орошению малопродуктивных засоленных почв предусмотрение промывки их под культуру риса, проведения текущих промывок и других мелиоративных мероприятий [4, 7].

Выводы. Обобщение и анализ имеющихся многолетних материалов по глубине залегания и минерализации грунтовых вод и по засолению и солонцеватости земель зоны влияния ВШК позволяет сделать следующие предварительные выводы:

1. При рациональном использовании имеющихся водных источников и применении прогрессивной техники и технологии орошения на Ширванском массиве орошения, площадь орошаемых посевов можно увеличить до 450 тыс. га.

2. Анализ изменения динамики уровня грунтовых вод и соответствующих картографических материалов показывает необходимость на орошаемых территориях проведения ремонтно-восстановительных работ существующих коллекторно-дренажных сетей, а во вновь привлекаемых орошению землях по созданию их.

3. Гидрогеолого-мелиоративное состояние орошаемых земель по массиву в многолетнем разрезе имеет тенденцию к постепенному улучшению, однако 20-30 % орошаемых земель нуждаются в проведении соответствующих агро-мелиоративных мероприятий по улучшению их состояния.

4. Для улучшения водообеспеченности орошаемых земель и существующих в массиве зимних пастбищ и для обеспечения оросительной водой вновь привлекаемых орошению земель неизбежно необходимо: реконструкция ВШК, рациональное использование вод Ширванских горных рек, выполнение мероприятий против водных потерь в инфраструктуре оросительных каналов и применение прогрессивной техники и технологий, экономящих оросительную воду.

Список использованной литературы

1. Ахмедзаде А.Д., Гашимов А.Д. Кадастр систем мелиорации и водного хозяйства (азерб.яз.) Баку. 2006. стр. 51-175.

2. Ахмедзаде А.Д., Гашимов А.Д. Энциклопедия «Мелиорация и Водное хозяйство» (азерб.яз) Баку. 2016. стр. 179-309.

3. Ахмедзаде А.Д., Садыхов С.Т. и др. «Оценка и регулирование гидрогеолого-мелиоративного состояние Кура-Араксинской низменности в связи с развитием хлопководства» (азерб.яз.) Баку. 2017. Стр. 186-236.

4. «Разработка научно обоснованных мероприятий по оценке и улучшению мелиоративно-гидрогеологических условий земель расположенных в зоне действия Верхне-Ширванского канала». Научно-технический отчет. НПО АзГиМ. Баку. 2018. 60 стр.

5. Алимов А.К. Гидрогеологические процессы и количественные оценки источников формирования водно-солевого баланса грунтовых вод для обоснования гидрогеолого-мелиоративных прогнозов. Баку. Элм. 2001. стр. 6-66.

6. Мамедов Г.Ш., Гашимов А.Д. и др. Мелиорация: диагностика и классификация засоленных земель (азерб.яз). Баку 2017. стр. 171-281.

7. «Технико-экономические обоснования по реконструкции Верхне-Ширванского канала». Темелсу. Баку. 2017. стр. 6.1-6.24.

УДК 631.6(477.1)

Рудаков Л.М., Шкуро М.О.

Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна

ДОЦІЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ МЕЛІОРАТИВНИХ ЗАХОДІВ НА ПІВДНІ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Вступ. Сучасне ведення аграрного виробництва в господарствах південної частини Дніпропетровської області має великі ризики. Головний ризик при вирощуванні сільськогосподарських культур полягає у нестачі ґрунтової вологи в період вегетації. Вода виступає у ролі лімітуючого фактору, який стримує отримання гарантованих і очікуваних врожаїв сільськогосподарських культур.

Зрошення - один з найважливіших чинників підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Урожай на поливних землях залежить від того, наскільки правильно обрані режим зрошення, система добрив, сорт чи гібрид зрошуваної культури.

Закон не замінності факторів в житті рослин відводить для води велике значення. Для нормального росту і розвитку сільськогосподарських культур волога та повітря в ґрунті повинні знаходитись в певному співвідношенні.

Основна частина. Проведення зрошення у будь-якому господарстві повинне бути обґрунтоване, щоб не допустити надмірне зволоження та засолення ґрунтів.

Один із критеріїв необхідності меліоративних заходів можна встановити за допомогою індексу посушливості. Для цього необхідно зіставити елементи водного балансу території, а саме випаровуваності $\sum E_m$ та атмосферні опади $\sum P$.

$$K_c = \sum E_m / \sum P. \quad (1)$$

Для визначення величини випаровуваності E_m за місячні періоди застосовуємо формулу Іванова

$$E_M = 0,18 \cdot (t_M + 25)^2 \cdot (1 - a_M/100), \quad (2)$$

де t_M - середні температури повітря за місяць (див. табл.1.1), $^{\circ}\text{C}$; a_M - середня за місяць відносна вологість повітря, %.

Значення сум атмосферних опадів за місяці вегетаційного періоду і середьомісячну температуру і відносну вологість повітря визначаємо за значеннями приведеними в довідниковій літературі [1, с. 72; 2, с. 118, с.237]. Всі значення зводимов табл.1 і проводиморозрахунки за вище приведеними формулами.

Таблиця 1 - Розрахунок індексу посушливості за вегетаційний період за даними метеостанції Нікополь

Показники	Місяць						
	4	5	6	7	8	9	10
Середня за місяць температура повітря, $^{\circ}\text{C}$	9,4	16,6	20	22,9	21,8	16,2	9,5
Середня за місяць відносна вологість повітря, %	66	61	61	58	59	64	76
Середня за місяць випаровуваність, мм	72,4	121,5	142,2	173,5	161,6	110,0	51,4
Випаровуваність наростаючим підсумком, мм	72,4	193,9	336,1	509,5	671,2	781,2	832,6
Атмосферні опади, мм	33	38	55	48	44	30	30
Атмосферні опади наростаючим підсумком, мм	33	71	126	174	218	248	278
Індекс посушливості	2,2	2,7	2,7	2,9	3,1	3,1	3,0

Висновки. Значення індексу посушливості вказують на те, що для умов півдня Дніпропетровської області випаровуваність в два-три рази перевищує кількість атмосферних опадів, що випадають в природних умовах в середньому за багаторічний період спостережень.

Таким чином для визначення доцільності застосування тих чи інших меліоративних заходів крім водного балансу сільськогосподарських полів слід враховувати багато інших чинників, які будуть впливати на рентабельність аграрного виробництва. Це такі як: вартість робіт з проектування, будівництва і експлуатації гідромеліоративної системи та їх співвідношення з прибавкою врожаю після застосування зрошення, аналіз критеріїв якості поливної води для ґрунтів зрошуваного масиву та ін.

Список використаних джерел

1. Справочник по климату СССР. Вып. 10. Ч. II. Температура воздуха и почвы. – Л.: Гидрометеиздат, 1967. – 608 с.
2. Справочник по климату СССР. Вып. 10. Ч. IV. Влажность воздуха, атмосферные осадки и снежный покров. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 696с.

ГІС РЕЖИМ ҐРУНТОВОЇ ВОЛОГИ. ВЕРИФІКАЦІЯ

Вступ. Ґрунтова волога є ключовим фактором в оцінці кількісних параметрів продукційних процесів росту та розвитку сільськогосподарської культури. Сучасні точні технології в землеробстві вимагають наявності інформації про розвиток культури в режимі онлайн.

Основна частина. Розроблена ГІС режиму ґрунтової вологи (ГІС РҐВ) на основі моделі агрогідрометеорологічного методу розрахунку вологозапасів (АГММРВ) для посівів озимої пшениці дозволяє в режимі онлайн оцінити забезпеченість ґрунтової вологи на полях в Дніпропетровській області для довільної частини її території (поле, сівозміна, господарство, район, регіон) (рис.1). ГІС РҐВ реалізована на базі QGIS як матриця (растр) запасів вологи на конкретну дату. Географічна поправка до АГММРВ в ГІС РҐВ, залежить від крутизни та експозиції схилу, географічного індексу зволоження, виражається через врахування коефіцієнту інсоляції (K_{ins}).



Рисунок 1 – Продуктивні запаси ґрунтової вологи в метровому шарі ґрунту, мм (озима пшениця, 21.05.2018 р., модель ГІС РҐВ, QGIS)

Модель АГММРВ обґрунтована інструментальними спостереженнями за режимом ґрунтової вологи під посівами пшениці озимої протягом 2004-2017 рр. на мережі метеостанцій області. Проведена верифікація моделі АГММРВ на незалежному ряді інструментальних спостережень за запасами вологи під посівами озимої пшениці в 2018 р. за даними метеостанції Губиниха (рис. 2), яка вкотре показала відповідність створеної моделі природному процесу вологопереносу. Стандартне відхилення вимірних вологозапасів (див. рис.2, точки 1) від розрахованих (див. рис.2, лінія 2) в 2018 р. склало всього 3,8 % при кореляції $R^2=0,96$. Модель ГІС РҐВ включає растр K_{ins} , матриця кількісних

значень якого на ділянці де відбирались проби ґрунту на вологість (див. рис.3, позначка 1) показана на рисунку 3б (роздільність пікселя 52 м). Середнє значення K_{ins} в межах ділянки відбору проб склало 1,019, в межах поля (див. рис.3а) – 1,008.

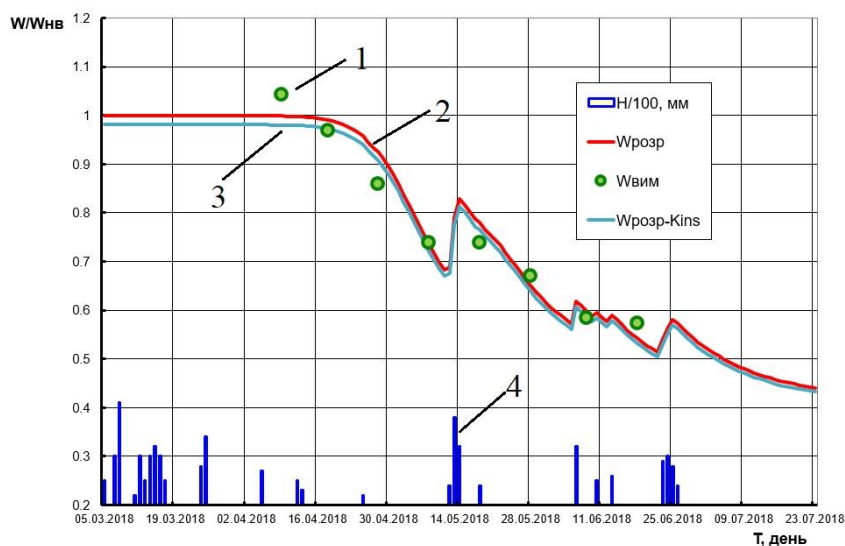


Рисунок 2 – Режим ґрунтової вологості під посівами озимої пшениці (МС Губиниха, метровий шар ґрунту, 2018 р.)

Кількісні значення запасів вологості для дослідної ділянки поля за ГІС РГВ з врахуванням географічної складової (див. рис. 2, крива 3) дещо менші, в середньому на 1,9 %, за дані базової моделі АГММРВ. Стандартне відхилення вимірюваних вологозапасів (див. рис.2, точки 1) від розрахованих (див. рис.2, лінія 3) дещо зменшилось і склало 3,6%, а відповідно і збільшилась точність розрахунку запасів вологості.

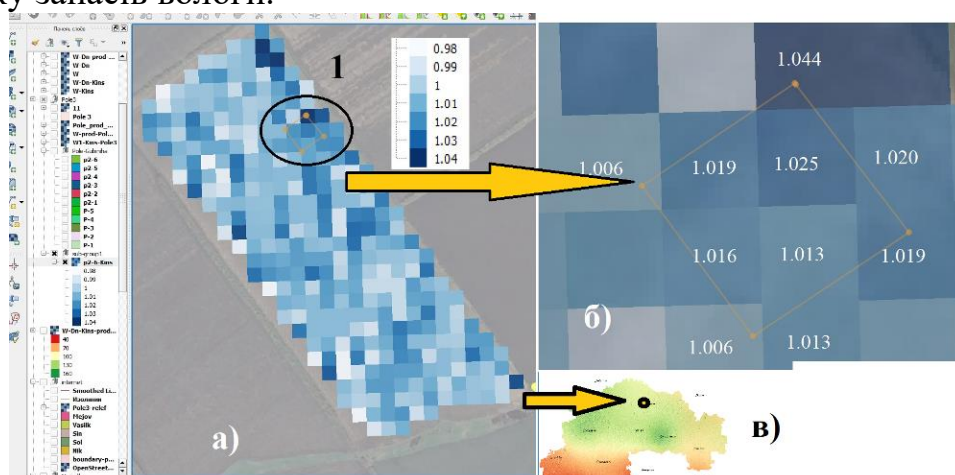


Рисунок 3 – Матриця коефіцієнту інсоляції для ділянки відбору проб ґрунту на вологість

Висновок. Верифікація ГІС РГВ для території Дніпропетровської області (див. рис.1) доводить необхідність використовувати географічну поправку K_{ins} для поля, сівозміни, господарства. Для оцінки регіональних запасів вологості (адміністративний чи фізико-географічний райони) доцільніше використати модель ГІС РГВ без цієї поправки.

МІГРАЦІЯ СОЛЕЙ ҐРУНТОВОГО ПРОФІЛЮ ІРИГАЦІЙНО СОЛОНЦЮВАТОГО ЧОРНОЗЕМУ ПІД ДІЄЮ ФОСФОГІПСУ ТА ЗРОШЕННЯ

Вступ. Зрошувальні меліорації в зоні північного Степу України характеризуються високими показниками економічної ефективності, але екологічні наслідки нерационального та неякісного зрошення у 60-80 роки минулого століття спричинили зниження родючості ґрунтів та забруднення довкілля. Зрошуване землеробство на чорноземах в більшості випадків супроводжується деградаційними змінами ґрунтів (підтопленням, вторинним засоленням та їх осолонцюванням, знезструктуренням, порушенням газового режиму, дегуміфікацією тощо). Тому виникла необхідність проведення заходів з попередження негативного впливу мінералізованої води шляхом проведення хімічної меліорації фосфогіпсом.

Основна частина. Ефективності застосування фосфогіпсу в запас на три роки на іригаційно солонцюватих ґрунтах в умовах північного Степу України проводили у 2010-2015 роках в державному підприємстві «Дослідне господарство Дніпропетровської дослідної станції Інституту овочівництва і баштанництва НААН України» в с. Олександрівка Дніпровського району Дніпропетровської області. Польові досліді було закладено в чотириразовій повторності з розщепленим розташуванням дослідних ділянок. Схема дослідів передбачає два фактори (зрошення - А, внесення фосфогіпсу - В) та 4 варіанти: 1 – без внесення фосфогіпсу без зрошення (контроль), В1; 2 – без внесення фосфогіпсу зі зрошенням (контроль), В2; 3 – внесення фосфогіпсу під культивуацію навесні нормою 1,4 т/га без зрошення, В3; 4 – внесення фосфогіпсу під культивуацію навесні нормою 3 т/га без зрошення, В4; 5 – внесення фосфогіпсу восени під основний обробіток ґрунту нормою 6 т/га без зрошення, В5; 6 – внесення фосфогіпсу під культивуацію навесні нормою 1,4 т/га зі зрошенням, В6; 7 – внесення фосфогіпсу під культивуацію навесні нормою 3 т/га зі зрошенням, В7; 8 – внесення фосфогіпсу восени під основний обробіток ґрунту нормою 6 т/га зі зрошенням, В8.

Найкращі показники зміни ступеня засолення та хімізму відмічали у варіантах В5 та В7.

Дослідження зміни сольового складу ґрунтового профілю на третій рік післядії показали найбільше накопичення солей у шарі 0-15 см: 4,22 мекв/100г ґрунту у варіанті з внесенням фосфогіпсу під культивуацію навесні нормою 3 т/га зі зрошенням (В7) (рис.1). Варіант В5 збільшив кількість солей на 0,19 мекв/100г ґрунту по відношенню до початку меліорації. При В7 кількість солей на 0,022 та 0,01819 мекв/100г ґрунту більше у порівнянні з В5 до шару 0-30 см. У шарі 45-60 см спостерігається накопичення водорозчинних солей сульфату натрію після меліорації фосфогіпсом для В5 (3,7 мекв/100г ґрунту),

тоді як для В7 - шар 75-60 см (3,43 мекв/100г ґрунту). Для шару 90-105 см кількість солей вирівнюється до початкових умов.

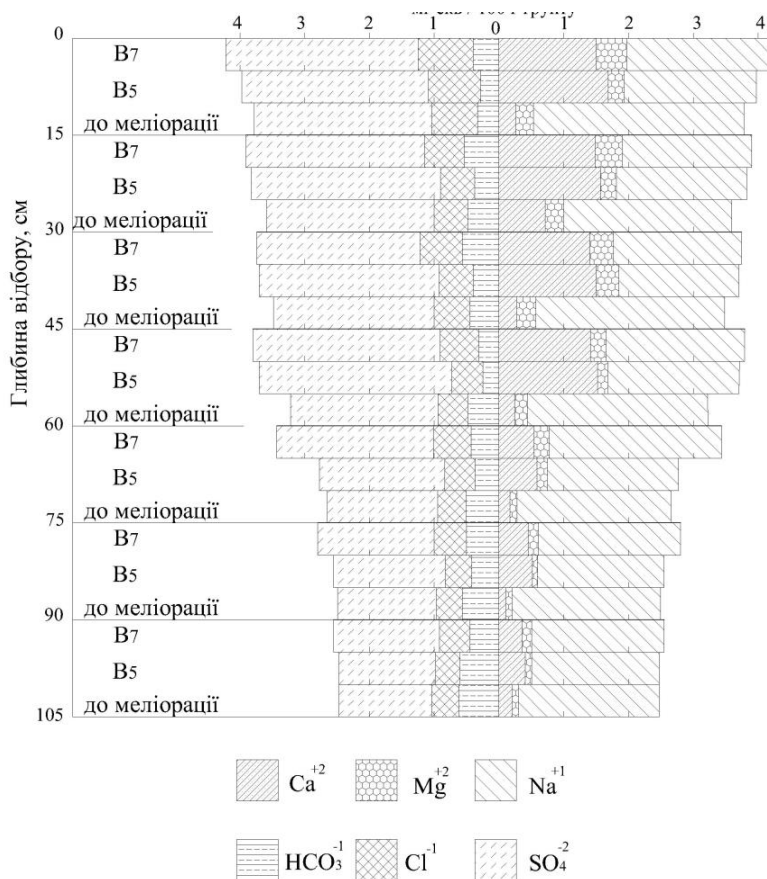


Рисунок 1 – Вплив фосфогіпсу при зрошенні та без нього на сольовий профіль (третій рік післядії), мекв/100г ґрунту В7 - внесення фосфогіпсу під культивування навесні нормою 3 т/га зі зрошенням; В5 - внесення фосфогіпсу восени під основний обробіток ґрунту нормою 6 т/га без зрошення

В усіх варіантах дослідів концентрація іонів Cl^{-1} та SO_4^{-2} зменшується за профілем, але все-таки перевищує межу токсичності 0,3 та 2 мекв/100г ґрунту. При зрошенні найбільшу концентрацію іонів HCO_3^{-1} відмічали у шарі 15-30 см (0,62 мекв/100г ґрунту).

Концентрація натрію до проведення досліджень у шарі 0-15 см складала 3,25 мекв/100г ґрунту. Внесення меліоранту зменшило кількість до 2,04 мекв/100г ґрунту, та при зрошенні до 2,25 мекв/100г ґрунту, що пояснюється надходженням іонів з поливною водою. За профілем відбувається підтягування іонів Na^{+1} при В7 до шару 60-75 см (2,66 мекв/100г ґрунту), для В5 до шару 45-60 см (2,03 мекв/100г ґрунту). У нижніх горизонтах концентрація поступово вирівнюється.

При внесенні фосфогіпсу відбувається основний позитивний меліоративний ефект: збільшення іонів Ca^{+2} по всьому профілю. Найбільша кількість у В5 шар 0-15 см – 1,69 мекв/100г ґрунту. За профілем при проведенні меліорації на третій рік післядії іони Ca^{+2} концентруються у шарі 45-60 см - 1,41-1,51 мекв/100г ґрунту, що долає дефіцит цього елемента у ґрунтового профілі.

Висновок. Проведення хімічної меліорації фосфогіпсом на іригаційно солонцюватих ґрунтах при зрошенні та без нього приводить до збільшення загальної суми солей у шарі ґрунту 0-15 см в порівнянні з початковими

параметрами (до 4,22 мекв/100г ґрунту). При внесенні фосфогіпсу нормою 6 т/га без зрошення спостерігається накопичення солей у шарі 45-60 см, при зрошенні та внесенні фосфогіпсу нормою 3 т/га солі концентруються у шарі 75-60 см. Для шару 90-105 см кількість солей вирівнюється до початкових умов.

Проведення хімічної меліорації привело до збільшення іонів Ca^{+2} по всьому профілю. Концентрація іонів натрію при внесенні фосфогіпсу орного шару ґрунту зменшилась на 30-37 % за рахунок збільшення кальцій іону та витісненням сульфату натрію у нижні горизонти.

УДК 631.67:626.1(477.72)

Шевчук С.А., Матяш Т.В., Шевченко І.А.

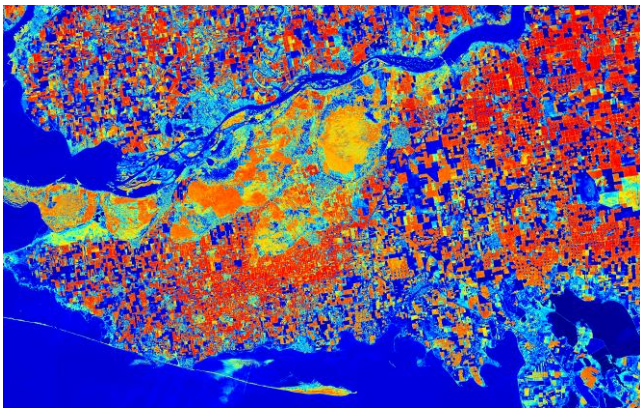
Інститут водних проблем і меліорації НААН, м. Київ, Україна

ОЦІНЮВАННЯ СУЧАСНОГО СТАНУ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЗРОШЕННЯ В ЗОНІ ВПЛИВУ ПІВНІЧНО-КРИМСЬКОГО КАНАЛУ В МЕЖАХ ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

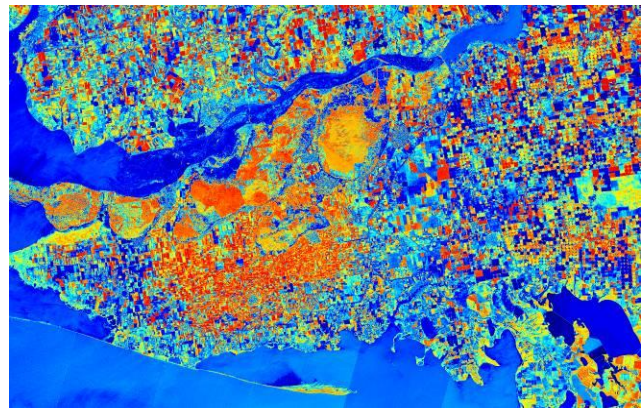
Вступ. В Інституті водних проблем і меліорації НААН виконуються дослідження з використанням даних дистанційного зондування Землі для впровадження інтегрованого управління водними і земельними ресурсами в умовах зрошення. В останні роки виконувалась низка міжнародних проєктів стосовно розробки методик та технологій з оцінки ефективності ведення зрошення сільськогосподарських культур.

Основна частина. Сучасний стан управління водними ресурсами на зрошуваних системах залежить напряму від умов земле- та водокористування на рівні суб'єктів господарювання. У випадках, коли спостерігається суттєве зменшення площ фактичного зрошення в порівнянні з площею, що була передбачена за проєктом і використовувалась у минулі роки, постає питання про ефективність експлуатації міжгосподарської зрошувальної системи та водокористування. В більшості випадків при обмеженому державному фінансуванні структура управління та експлуатація меліоративних систем є неефективною, що в кінцевому результаті негативно впливає на загальну економічну, екологічну та соціальну ситуацію в регіоні.

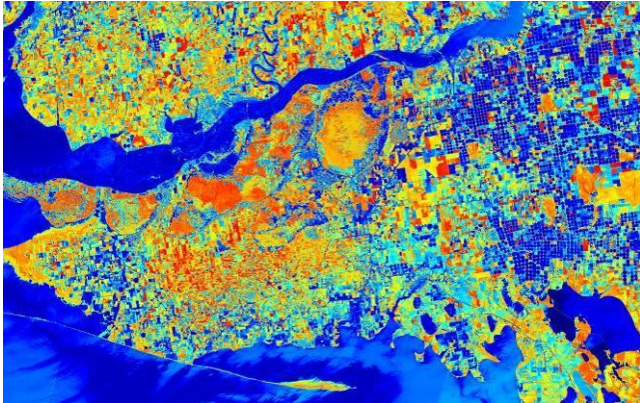
Наразі для повноцінної і всебічної оцінки ефективності використання водних ресурсів на меліорованих територіях необхідно провести інвентаризацію зрошувальних систем та аудит використання наявних зрошуваних земель (рис. 1). За результатами інвентаризації має бути оцінено поточний стан інженерної інфраструктури: уточнена після тривалої експлуатації характеристика всіх магістральних та розподільчих каналів і трубопроводів, насосних станцій, внутрішньогосподарської мережі, що на момент проведення інвентаризації не використовувалась за цільовим призначенням, технічний стан інших гідротехнічних споруд та об'єктів.



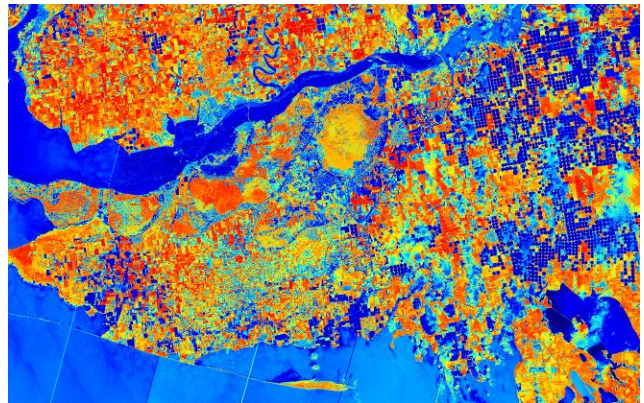
2018.05.05



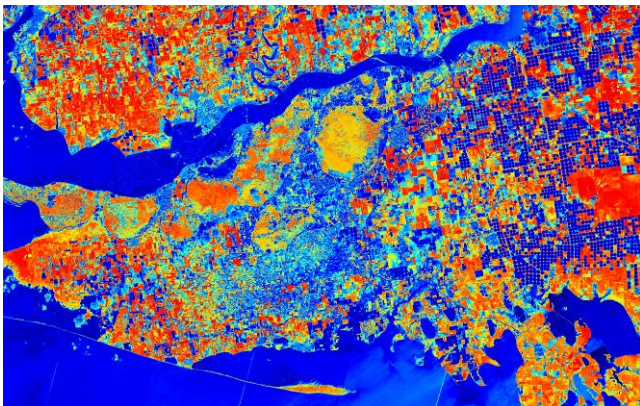
2018.05.30



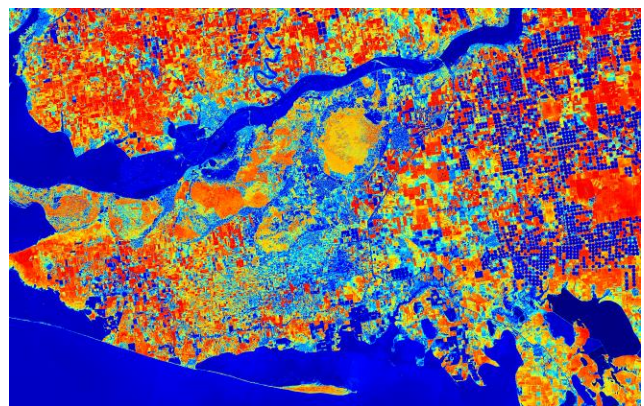
2018.06.19



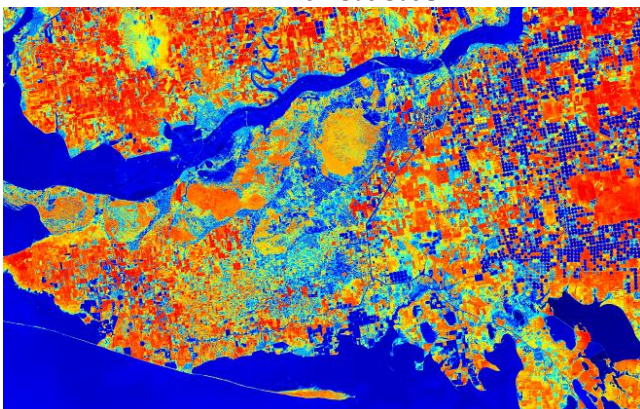
2018.07.14



2018.08.03



2018.08.13



2018.08.18



2018.08.28

Рисунок 1 – Встановлення площ фактичного зрошення та сільськогосподарського використання земель у поливний сезон 2018 р. для оцінювання водозабезпеченості зони впливу Північно-Кримського каналу у Херсонській області.

Об'єктом, що потребує першочергової інвентаризації та підвищення ефективності роботи є Північно-Кримський канал. ПКК побудований від Каховського водосховища до міста Керч і проходить степовими ландшафтами Херсонської області та Північного Криму. Канал вирішує проблеми зрошення і обводнення земель півдня України, зокрема, комунальні та технічні потреби міст та населених пунктів АР Крим. В останні роки через припинення подачі води в Крим водоспоживачами є сільгоспвиробники лише Херсонської області. Внаслідок чого суттєво змінилися умови водорозподілу, змістився в часі щорічний початок роботи каналу. Збільшилися непродуктивні скиди з каналу в морську акваторію, знизилася швидкість руху води в руслі каналу, активізувалися процеси його заростання і замулення.

Саме на півдні в межах зони впливу Північно-Кримського каналу розташовані і функціонують дослідні господарства ІВПіМ: Державне підприємство «Дослідне господарство «Великі Клини», Державне підприємство «Дослідне господарство «Брилівське» та «Південна державна сільськогосподарська дослідна станція», де проводяться дослідження з наукового обґрунтування розвитку зрошення у південних областях України, дослідної перевірки сільськогосподарського виробництва в зональних умовах та широкого впровадження у практику передового досвіду ефективного використання зрошуваних земель в умовах прогресуючих змін клімату.

В таких умовах збільшення площ зрошення в зоні впливу ПКК є одним із шляхів покращення експлуатаційних характеристик каналу. Вибір перспективних ділянок для першочергового відновлення зрошення повинен бути зосереджений саме в самопливній зоні ПКК, а розрахунок потенційно можливих обсягів додаткового забору води з каналу повинен обґрунтовуватись на основі норм водопотреби для вирощуваних культур за оцінками сумарної евапотранспірації. Такі розрахунки необхідно виконувати з використанням інформаційної системи оцінки норм водопотреби, яка розроблена в ІВПіМ.

Відновлення зрошення і захисту територій дренажними системами, як обов'язкової складової забезпечення сталості та ефективності сільськогосподарського виробництва, на фоні зростаючої посушливості та змін клімату, необхідно обґрунтовувати на основі інформаційної системи використання водних ресурсів в аграрному секторі економіки України, що забезпечить вільний доступ до достовірної та неупередженої інформації про стан забезпечення і можливості використання водних ресурсів для відновлення та створення нових зрошувальних систем в усіх регіонах України.

Висновки. Отримані результати мають стати базовими для розроблення інвестиційних проектів з відновлення та розвитку зрошення у південному регіоні України. Для сприяння цьому процесу та залученню інвестицій від міжнародних фінансових донорів слід також передбачити внесення необхідних змін та доповнень до діючого законодавства України.

ІНТЕГРОВАНІ ПІДХОДИ ДО УПРАВЛІННЯ ВОДНИМИ ТА ЗЕМЕЛЬНИМИ РЕСУРСАМИ НА МЕЛІОРОВАНИХ ТЕРИТОРІЯХ НА ЗАСАДАХ ДЕРЖАВНО-ПРИВАТНОГО ПАРТНЕРСТВА

Вступ. В останні роки процеси децентралізації, реформування водного та сільського господарства, завершення земельної реформи створили передумови для широкого запровадження сучасних підходів до інтегрованого планування водо-землекористування на меліорованих територіях в Україні. Розбудова потужності місцевих громад та їх об'єднання, наявність економічно спроможних сільськогосподарських компаній та фермерських господарств на територіях також дає підстави сподіватись, що нарешті для розвитку сільських територій у зоні дії меліоративних систем створені відповідні умови для співпраці держави, місцевої влади та бізнесу для комплексного вирішення завдань сталого розвитку цих територій. Крім того, зростають можливості для наповнення місцевих бюджетів, появи державних програм підтримки малого та середнього бізнесу на селі. Збільшення цільової державної підтримки у вирішенні екологічних проблем сільської місцевості значно розширюють можливості для фінансування проектів розвитку територій. Однак, для ефективної реалізації всіх названих умов необхідно створення відповідної науково-методичної бази та інформаційних ресурсів з метою навчання, підвищення обізнаності громад, експертного середовища та представників приватного сектору. Запровадження інтегрованих підходів потребує переосмислення ролі та обов'язків кожного, хто живе та працює на територіях, хто формує бюджет і вирішує соціальні та екологічні проблеми її розвитку. Залучення зацікавлених сторін до процесу планування водо-землекористування створює нову ментальність учасників процесу, яка спрямована на поєднання зусиль та розуміння того, що такі заходи забезпечують більші прибутки для бізнесу та добробут громадам. Для початку такого діалогу та утворення державно-приватного партнерства важливим є однакове розуміння цього процесу, його методів та інструментів, що визнані у міжнародній практиці і апробовані у складі науково-технічних проектів та проектів технічної допомоги в Україні.

Основна частина. Дослідження включали в себе аналіз міжнародного та вітчизняного досвіду щодо інтегрованого планування водо-землекористування. Запропонована методика досліджень базується на залученні зацікавлених сторін на пілотних територіях та виконанні за їх участю певного переліку робіт: збору та аналізу наявної картографічної і статистичної інформації про стан, використання водних і земельних ресурсів; заходів з визначення формату та методів організації державно-приватного партнерства у питаннях управління меліоративними системами, розробки інтегрованих планів водо-землекористування на територіях. Для залучення зацікавлених сторін

досліджено відомі у міжнародній практиці методи організації Діалогів на сільських територіях та розроблено Концепцію Діалогу для реалізації його на прикладі районів у Волинській та Херсонській областях. У рамках Діалогу запропоновані наступні методи залучення зацікавлених сторін: проведення семінарів на рівні областей та пілотних територій; інформування зацікавлених сторін та їх опитування; проведення інтерактивних робочих зустрічей на пілотних територіях та участь представників Діалогу у заходах на національному рівні з питань розробки законодавства щодо консолідації земель та створення організацій водо-землекористувачів.

За результатами аналізу міжнародного досвіду визначені базові інструменти інтегрованого територіального планування водо-землекористування, а саме: залучення зацікавлених сторін; проведення SWOT-аналізу стану та можливого розвитку територій; розробка якісних і кількісних сценаріїв консолідації земельних та водних ресурсів для їх ефективного використання; оцінка витрат та прибутків по кожному з сценаріїв з використанням кількісних економічних показників та відносних індикативних оцінок.

На основі оцінки типів фрагментації землеволодіння та землекористування, визначено ймовірні інструменти добровільної та примусової консолідації земель, створення організацій водо-землекористувачів, визначено основні типи фрагментації землеволодіння та землекористування:

а) фрагментація землекористування великих, середніх та малих господарств значною кількістю невеликих ділянок, які не здані в оренду, використовуються або не використовуються землевласниками;

б) фрагментація використання земельних масивів, які орендуються окремими фермерськими господарствами;

в) штучна фрагментація земельних масивів середніх і дрібних фермерських господарств поблизу зрошувальних каналів великими агрохолдингами, які зацікавлені використовувати землі навколо зрошувальних каналів з метою збільшення площ зрошення;

г) фрагментація землекористування окремих фермерських господарств, яка не дозволяє їм відновити зрошення внаслідок віддаленості орендованих земель від зрошувальних каналів.

Визначено перелік основних інструментів добровільної (обмін земельних ділянок, їх викуп, компенсація вартості земельних паїв, переважне право на оренду землі) та примусової консолідації земель (компенсації, обмін земель, обов'язкові умови щодо використання зрошення). Виходячи з міжнародного досвіду та умов водо-землекористування в Україні для ефективного використання меліорованих земель та експлуатації меліоративних систем поряд з проектами консолідації земель важливим є створення організацій водокористувачів (ОВК).

Узагальнено перелік базових інструментів щодо створення ОVK (передача у довготривале використання зрошувальної мережі, обов'язкове ведення зрошення у межах модулів зрошувальних систем, доступ до дешевих кредитів для членів ОVK; забезпечення навчання персоналу; формування

прозорих тарифів на надання послуг), що повинні бути врегульовані відповідним законодавством.

У результаті досліджень на пілотних територіях було сформовано базу даних з природних, господарських та організаційних умов водо-землекористування на меліорованих територіях, визначено характеристики клімату та ґрунтів, а також сформовано інформаційну базу природних, господарських, організаційних, технічних, технологічних, екологічних умов водо-землекористування та ведення зрошувального землеробства у господарствах.

Структура землекористування на пілотних територіях наведена на рис.1.

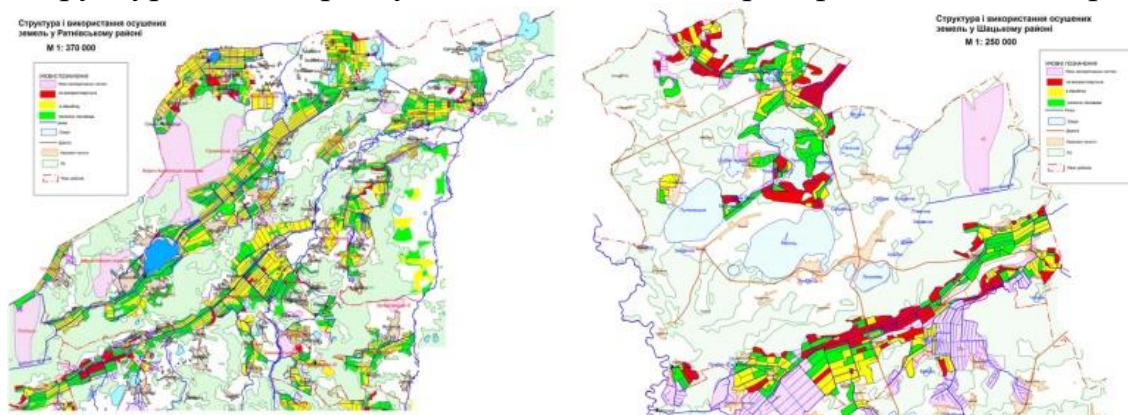


Рисунок 1 - Структура і використання земель у Ратнівському та Шацькому районах Волинської області

У результаті досліджень визначено формат та методи організації державно-приватного партнерства у питаннях управління меліоративними системами, методи фінансування. На рис.2 представлена рамкова схема процесу організації партнерства, де представлені вертикальні та горизонтальні зв'язки між партнерами та розподіл їх ролей.

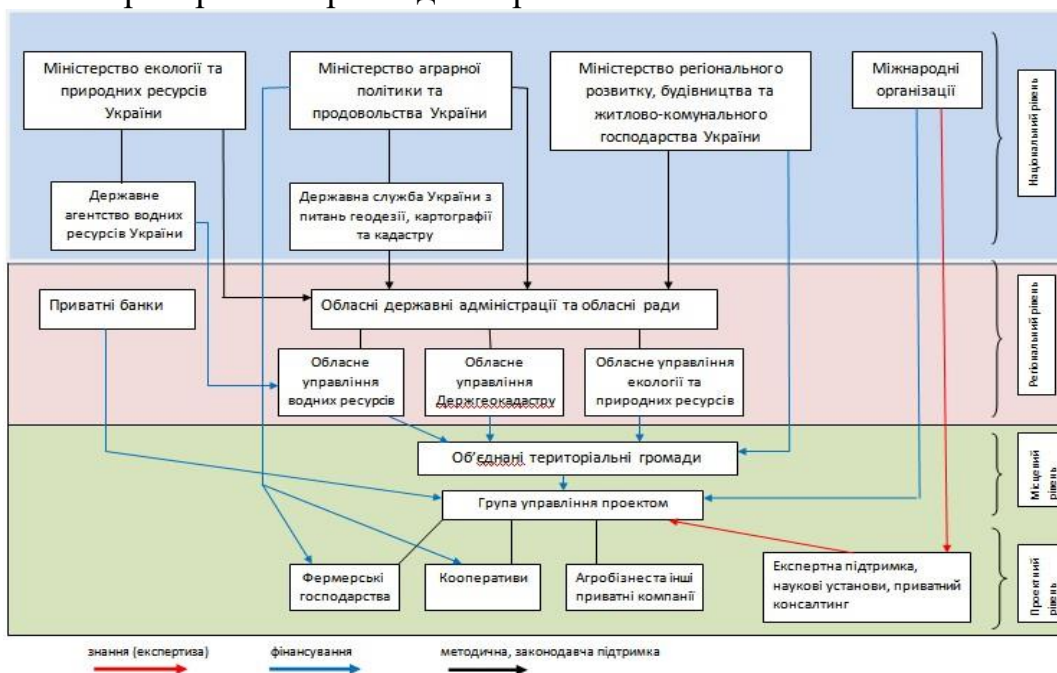


Рисунок 2 - Схема організації державно-приватного партнерства

Для організації співфінансування різних заходів у складі проектів та для управління проектами розроблено методи залучення коштів з різноманітних джерел: міжнародна технічна допомога, державні галузеві програми, державні та приватні інвестиції, міжнародна фінансова допомога, програми лізингу, банківські кредити та інвестиції.

У результаті досліджень розроблено базу знань (tool box) інструментів та методів інтегрованого планування водо-землекористування для організації державно-приватного партнерства (табл.1).

Таблиця 1 - Інструменти та методи інтегрованого управління водними і земельними ресурсами

Інстр у- мен. №	Методи		
	Консолідація земель: проста та інтегрована	Інтегроване планування водних та земельних ресурсів	Організація приватно-державного партнерства
1	Перерозподіл та рівноцінний обмін земельними ділянками	Сценарне планування	Залучення зацікавлених сторін
2	Добровільний обмін прав оренди на земельні ділянки	Моделювання водо-землекористування	Організація діалогу, інтерв'ю, обговорень у групах, семінари та ін.
3	Продаж прав власності на земельні ділянки через відкриття ринку землі	Індикативна оцінка різних сценарій організації водо-землекористування	Спів-фінансування з місцевих бюджетів та приватного сектору
4	Створення організацій водокористувачів та кооперативів	Оцінка витрат та прибутків для сценарію, що базується на принципі «виграш-виграш»	Залучення кредитних ресурсів та проектів технічної допомоги
5	Нормативно-грошова оцінка земельних ділянок	Проведення екологічного моніторингу для мінімізації негативних впливів на навколишнє середовище	Створення місцевих комісій для реалізації проектів консолідації земель
6	Розробка проектів інтегрованої консолідації земель	SWOT-аналіз (сильні та слабкі сторони, можливості та загрози)	Навчання зацікавлених сторін та створення проектних команд
7	Створення місцевих земельних банків на рівні об'єднаних громад	Просторове територіальне планування	Координація проектів у рамках державного – приватного партнерства

Висновки. Встановлено, що реалізація інтегрованих планів розвитку меліорованих територій у південних та західних регіонах вимагає одночасного

вирішення проблем фрагментації землекористування шляхом консолідації земель та забезпечення сталого використання меліоративних систем шляхом створення організацій водо-землекористувачів.

Визначено перелік основних інструментів добровільної та примусової консолідації земель для ефективного використання меліорованих земель та узагальнено перелік базових інструментів щодо створення організацій водо-землекористувачів (ОВК), що повинні бути врегульовані відповідним законодавством: передача у довготривале використання зрошувальної мережі; обов'язкове ведення зрошення у межах модулів зрошувальних систем; доступ до дешевих кредитів для членів ОVK; забезпечення навчання персоналу; формування прозорих тарифів на надання послуг та ін.

УДК 627.1(477.72)

Волошина В.М., Волошин М.М.

ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет», м. Херсон, Україна

АНАЛІЗ СТАНУ ТА ВИКОРИСТАННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Вступ. Водні ресурси у природі та житті людини мають особливе значення. Вода є складовою всіх живих організмів, вона здійснює взаємозв'язок усіх процесів в екосистемах, забезпечує глобальні біоенергетичні екологічні цикли (екологічні функції); використовується для обігріву приміщень, для процесів заморожування, в технологічних процесах у промисловості та сільському господарстві, є основою розвитку водного транспорту, а також місцем для скидання відходів (економічні функції); використовується для побутових потреб, забезпечує функціонування водного спорту, проведення дозвілля, здійснює санітарно-гігієнічний та оздоровчий ефект, є джерелом інформації про довкілля (соціальні функції). Саме життя і виживання людини значною мірою залежить від наявності та стану водних ресурсів.

Основна частина. Херсонська область розташована на півдні України по обох берегах нижньої течії Дніпра. Омивається Чорним і Азовським морями, а також Каховським водосховищем та озером Сиваш.

Площі, зайняті водними об'єктами, становлять 430,5 тис. га. У області налічується 24 малих річок із заплавами довжиною 745 км, 693 озер, одне водосховище (Каховське), 22 лимани загальною площею 10,34 тис. га, акваторії Чорного та Азовського морів площею 470 тис. га.

Головна ріка Херсонщини – Дніпро, що перетинає область з північного сходу на південний захід протягом 216 км. Водами Дніпра живляться Каховський магістральний і Північно-Кримський канали.

Забезпеченість водними ресурсами є однією з найголовніших передумов благополучного існування та сталого розвитку. Джерелом водопостачання населення та галузей економіки області є поверхневі та підземні води.

За гідрологічним районуванням Херсонська область знаходиться в зоні недостатнього водопостачання рівнинної частини України. В межах цієї зони виділяють декілька гідрологічних областей. Херсон відноситься до 2-ої з них. Правобережну частину від північної межі до гирла Інгульця відносять до Нижньобузько-Дніпровської області недостатнього водопостачання, лівобережну і крайній південь правобережною — до Причорноморської області надзвичайно низького водопостачання

Щорічно на зрошення, виробничі, питні, санітарно-гігієнічні та інші потреби з природних водних об'єктів вилучаються значні обсяги води.

Одним із звітних статистичних показників є показник забору води. Забір води з природних водних об'єктів - це обсяг вилучених водних ресурсів із природних водних об'єктів, включаючи ріки, озера, моря, підземні горизонти, за виключенням обсягів вод, переданих іншим водокористувачам транзитом в інші водні об'єкти та втрат при транспортуванні.

Проаналізуємо динаміку використання водних ресурсів за даними регіональних доповідей про стан навколишнього середовища у Херсонській області за період 2013–2017 рр. (табл. 1).

Таблиця 1 - Динаміка водозабору з природних джерел

Показники	Одиниця виміру	2013	2014	2015	2016	2017
Забрано води з природних джерел, усього	млн м ³	1470	1442	1466	1432	1727
у тому числі:						
поверхневої	млн м ³	1402	1377	1405,062	1374,68	1668,24
підземної	млн м ³	68,44	64,83	60,32	57,81	58,76
морської	млн м ³	0,212	0,607	0,187	0,109	0,109
Забрано води з природних джерел у розрахунку на 1 особу	млн м ³	1370,63	1350,31	1400,19	1367,7	1649,5
Втрачено води при транспортуванні	млн м ³	292,4	268,3	202,9	208,8	186,7

Як видно з таблиці 1, загальний забір води з природних джерел за 5 років коливається в діапазоні 1432 - 1727 млн м³. Відмітимо тенденцію до зменшення забору підземних та морських вод, а також втрат при транспортуванні.

Використовуючи дані таблиці 1, відобразимо динаміку забору води з природних джерел протягом 2013–2017 років графічно на рисунку 1.

Так, за період з 2013 року до 2017 року в Херсонській області спостерігаються незначні коливання щодо обсягу забору води з природних водних об'єктів, проте в 2017 показник дещо збільшився, причому, в основному, за рахунок більш інтенсивного використання поверхневих джерел.

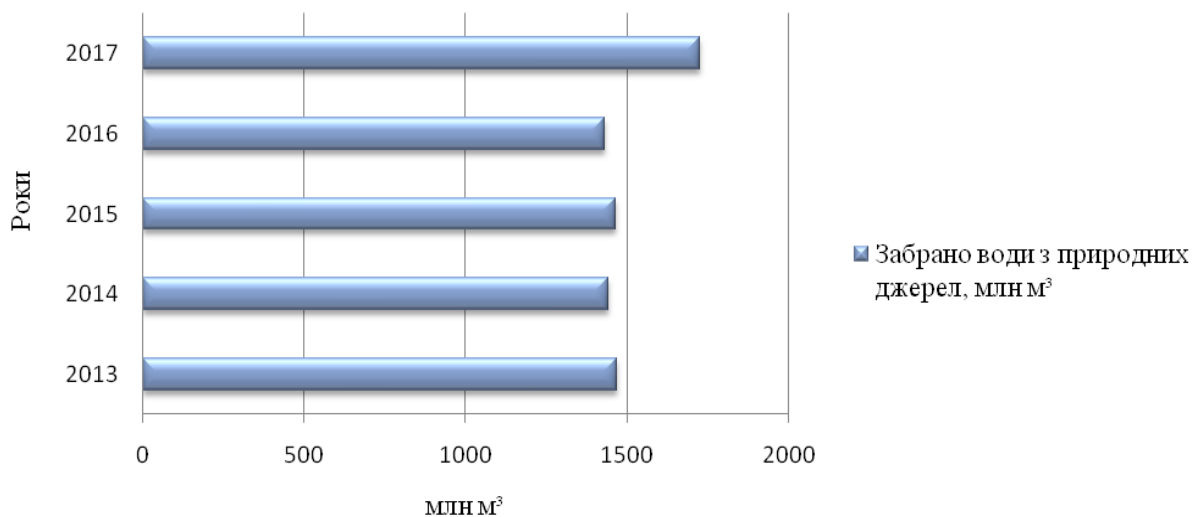


Рисунок 1. Динаміка забору води з природних джерел

Для характеристики водних ресурсів у задоволення потреб забраних із водозаборів, що належать підприємству, а також комунальних водопроводів та інших водогосподарчих систем використовують показник споживання свіжої води.

Проаналізуємо динаміку використання свіжої води за 2000-2017 рр. (дані регіональних доповідей про стан навколишнього середовища у Херсонській області) (рис. 2).

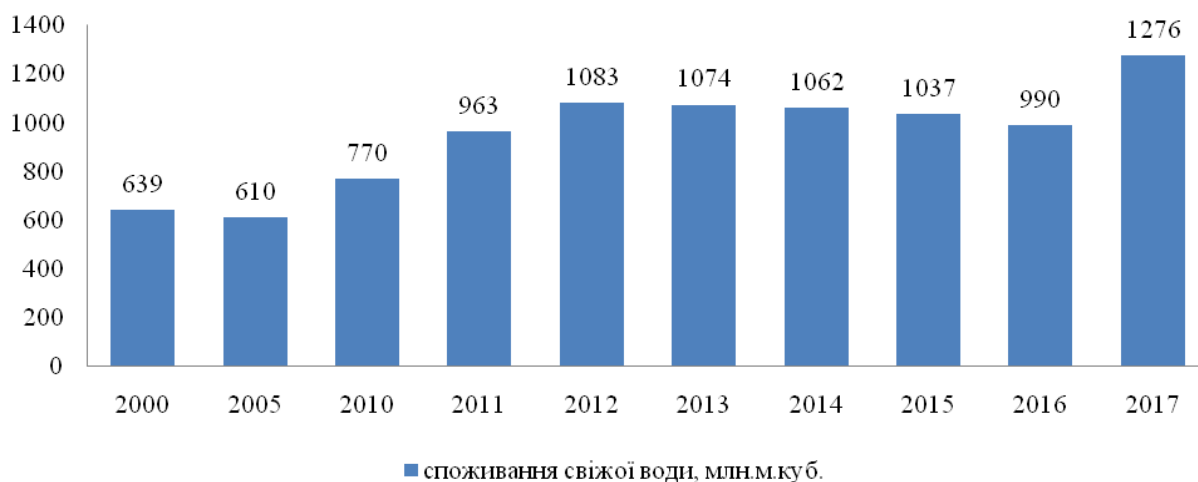


Рисунок 2. Динаміка використання свіжої води

Відповідно до рисунка 2 використання свіжої води протягом 2000-2017 років має тенденцію до збільшення. Проте використання свіжої води у розрахунку на 1 особу суттєво зменшилось.

Показник кількості свіжої води для споживання дає можливість виділити основних споживачів свіжої води (табл. 2).

Як видно з таблиці 2 використання свіжої води на господарсько-питні та сільськогосподарські потреби зменшились, а на виробничі та зрошення збільшились. Найбільша частка використання свіжої води приходить на зрошення.

Таблиця 2 - Використання води за видами потреб

Потреби	Одиниця виміру	2013	2014	2015	2016	2017
господарсько-питні	млн м ³	45,83	44,73	40,57	40,04	39,49
виробничі	млн м ³	30,53	27,6	32,84	33,77	31,02
сільськогосподарські	млн м ³	1,434	1,121	0,219	0,215	0,221
зрошення	млн м ³	988,6	984,1	960,6	913,8	1203
Усього	млн м ³	1066,394	1057,551	1034,229	987,825	1273,731

Відповідно до звітів водокористувачів по формі статистичної звітності 2-ТП водгосп (річна) використання води на рибогосподарські потреби віднесені до виробничих потреб.

Із збільшенням обсягів використання водних ресурсів в Херсонській області збільшуються й обсяги скиду стічних вод (табл. 3). Скидання зворотних вод у водні об'єкти допускається тільки за умови одержання в установленому порядку дозволу на спеціальне водокористування.

Проаналізуємо динаміку скидання зворотних вод за період 2013–2017 рр.

Таблиця 3 - Скид зворотних вод

Показники	Одиниця виміру	2013	2014	2015	2016	2017
Скинуто зворотних вод	млн м ³	78,97	60,28	73,95	66,12	72,66
у тому числі:						
у підземні горизонти	млн м ³	-	-	-	-	-
у накопичувачі	млн м ³	5,363	4,294	4,666	3,826	3,31
на поля фільтрації	млн м ³	-	-	-	-	-
у поверхневі водні об'єкти	млн м ³	73,61	55,98	69,28	62,29	69,35

Відповідно таблиці 3 відзначимо суттєву перевагу скидання зворотних вод у поверхневі водні об'єкти, тенденцію до їх збільшення на противагу зменшення об'єму у накопичувачі. Дані про скидання зворотних вод у підземні горизонти та на поля фільтрації відсутні.

Використані води, здебільшого, повертаються до поверхневих джерел, але вже в забрудненому стані, що завдає значної шкоди водним ресурсам і навколишньому середовищу загалом.

Якість води істотно залежить від ступеня очищення стічних вод, що скидаються у водні об'єкти. Розрізняють три категорії стічних вод: нормативно-чисті, нормативно-очищені та забруднені (недостатньо очищені та без очищення). До нормативно-чистих стічних вод відносять усі види виробничих і комунальних стоків, які під час скидання без очищення у природні водні об'єкти не погіршують нормативних якостей води в заданій ділянці водойму.

Нормативно-очищені стічні води – це ті виробничі та комунально-побутові стоки, що потрапляють у природні водні об'єкти після очищення на

відповідних спорудах водоочищення. При цьому вміст забруднюючих речовин у таких стоках не повинен перевищувати встановлених гранично припустимих скидів (ГПС).

До забруднених стічних вод відносять усі виробничі та комунальні стоки, що скидаються у природні водні об'єкти після недостатнього очищення або взагалі без очищення, з вмістом забруднюючих речовин, що перевищує затверджені гранично припустимі скидання.

Нагальною проблемою водних ресурсів Херсонщини є їх забруднення неочищеними або недостатньо очищеними стічними водами.

Відобразимо динаміку скидання зворотних вод у поверхневі водні об'єкти протягом 2013–2017 років графічно на рисунку 3.

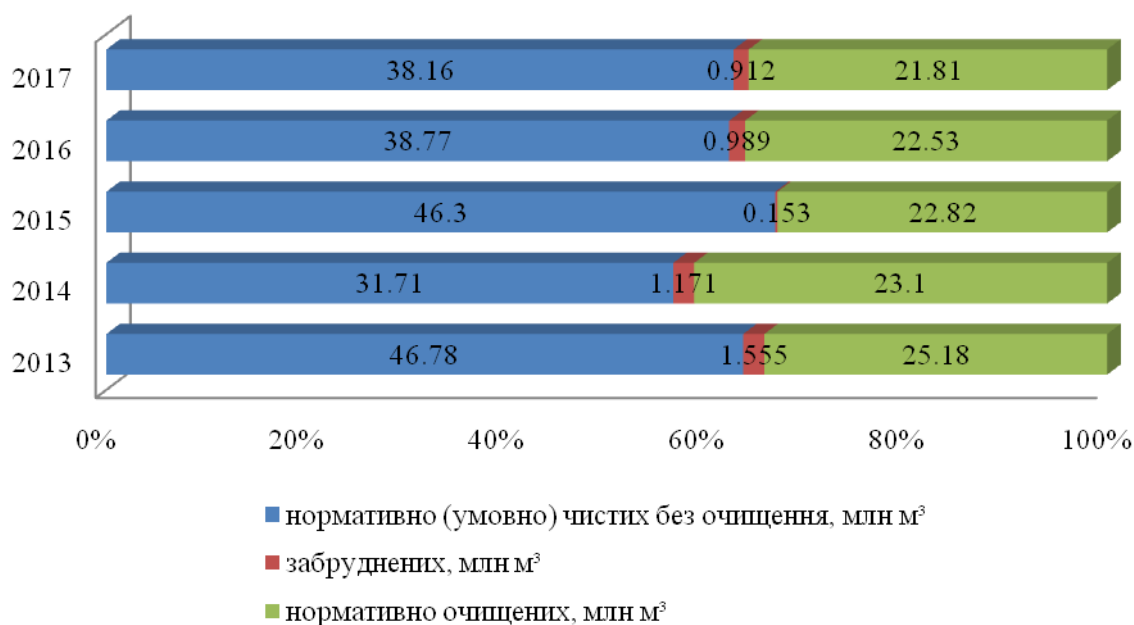


Рисунок 3. Динаміка скидання зворотних вод

Як зазначено на рис. 3 кількість скинутих нормативно (умовно) чистих без очищення зворотних вод зменшилась. Проте обсяги скиду забруднених стічних вод відбуваються за рахунок дренажних вод, які надійшли від господарської діяльності рисосіючих підприємств області та установ житлово-комунального господарства. Обсяги нормативно очищених вод щороку зменшуються.

Такі дані свідчать про недостатній рівень очистки стічних вод на очисних спорудах і про значну кількість скинутих забруднених стічних вод у природні водні об'єкти без очистки.

Висновки. Водні ресурси відіграють важливу роль в економічному і соціальному розвитку країни. Здійснений аналіз використання водних ресурсів Херсонської області (2013-2017 рр.) дозволяє стверджувати, що найбільший водозабір ведеться з поверхневих джерел, щодо підземних та морських вод спостерігаємо тенденцію до зменшення. Найбільша частка використання свіжої води приходить на зрошення, частка на господарсько питні потреби щороку зменшується. Основними проблемами у цій сфері є суттєве забруднення

поверхневих водних об'єктів області. Застосування комплексу нормативно-правових, адміністративних, економічних, інженерно-технічних та виховних інструментів стимулюватиме зниження водоспоживання, впровадження маловодних технологій, реконструкцію та будівництво нових очисних споруд, що дозволить суттєво поліпшити стан водних ресурсів Херсонської області.

УДК 635.64:631.811.98:631.674.6 (477.7)

Сидякіна О.В., Шангар О.С.

ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет», м. Херсон, Україна

ПРОДУКТИВНІСТЬ ГІБРИДІВ ТОМАТУ ПРИ КРАПЛИННОМУ ЗРОШЕННІ НА ПІВДНІ УКРАЇНИ ЗАЛЕЖНО ВІД ДІЇ СТИМУЛЯТОРІВ РОСТУ

Вступ. На сучасному етапі ведення сільськогосподарського виробництва особливого значення набуває питання збільшення врожайності овочевих культур, покращення якості продукції та підвищення родючості ґрунтів. Одним із напрямків його вирішення є використання біологічно активних речовин природного походження. На фоні внесення високих норм мінеральних добрив та засобів захисту рослин, зменшити їх негативний вплив дозволяють біологічно активні речовини, універсальні регулятори росту, адаптогени і антистресанти. Добрі результати дає використання цих речовин для одержання дружних і рівномірних сходів, підвищення врожайності, надходження продукції в ранні строки тощо. Перспективним напрямком в овочівництві є застосування таких речовин за вирощування томатів, що дозволяє розкрити потенційні можливості сучасних сортів і гібридів та одержати максимальні врожаї. В Україні і за її межами інтенсивно проводять розробку й апробацію різних стимуляторів росту рослин, застосування яких у сільському господарстві дає позитивні результати [1, с. 37; 2, с. 60].

Основна частина. Метою проведених нами досліджень було вдосконалити технологію вирощування середньостиглих гібридів томату за рахунок застосування стимуляторів росту. До основних завдань входило визначити вплив досліджуваних факторів на врожайність плодів та накопичення ними сухих речовин.

Дослідження проводили впродовж 2016-2017 років на землях відділення «Бехтери» виробничого підрозділу ПП «Органік Системс», що знаходиться в с. Бехтери Голопристанського району Херсонської області.

Дослід двохфакторний. Фактор А – середньостиглі гібриди томату – Астерікс F1 і СХД 277 F1. Фактор В – стимулятори росту рослин – контроль (без оброблення), Гуміфілд і Альгум Смарт Гроу.

Стимулятори росту застосовували у досліді відповідно до рекомендацій щодо їх застосування: Гуміфілд – 40 г/га після висадки розсади, у фази бутонізації, цвітіння і плодоношення; Альгум Смарт Гроу – 5 л/га після висадки

розсади, у фази бутонізації, цвітіння і плодоношення. Вміст сухих речовин у плодах визначали методом висушування наважки.

Результати досліджень показали, що мінімальний рівень урожайності плодів томату обох вирощуваних гібридів забезпечив контрольний варіант досліду: Астерікс F1 – 97,52 т/га у 2016 р. та 99,75 т/га у 2017 р., СХД 277 F1 – 83,41 та 96,36 т/га відповідно. Оброблення стимуляторами росту збільшило врожайність плодів по гібриду Астерікс F1 до 102,98-107,68 т/га у 2016 році і до 105,36-115,85 т/га у 2017 році, а по гібриду СХД 277 F1 – до 89,96-93,38 і 96,36-107,01 т/га відповідно. У середньому за два роки досліджень у контролі одержали 98,62 т/га плодів гібриду Астерікс F1 та 89,89 т/га плодів гібриду СХД 277 F1, на фоні застосування стимуляторів росту – 104,17-111,77 та 95,98-100,20 т/га відповідно (табл. 1).

Таблиця 1 - Урожайність середньостиглих гібридів томату за дії стимуляторів росту, т/га

Гібриди (фактор А)	Оброблення стимуляторами росту (фактор В)	Роки досліджень		Середнє за 2016-2017 рр.
		2016	2017	
Астерікс F1	Контроль	97,52	99,75	98,62
	Гуміфілд	107,68	115,85	111,77
	Альгум Сمارт Гроу	102,98	105,36	104,17
СХД 277 F1	Контроль	83,41	96,36	89,89
	Гуміфілд	93,38	107,01	100,20
	Альгум Смарт Гроу	89,86	102,09	95,98

Якщо аналізувати дію стимуляторів росту, меншою ефективністю характеризувався Альгум Смарт Гроу. Він забезпечив приріст урожайності у середньому за 2016-2017 рр. по гібриду Астерікс F1 5,6%, по гібриду СХД 277 F1 – 6,8%. Максимальні прирости врожайності до контрольного варіанту досліду визначені за умови застосування Гуміфілду. Вони становили для вирощуваних гібридів томату 13,3 і 11,5% відповідно.

Аналіз одержаних даних по вмісту сухих речовин у плодах показав, що, незважаючи на більш високу врожайність, гібрид Астерікс F1 поступався за даним показником гібриду СХД 277 F1. Так, у контрольному варіанті досліду в середньому за два роки досліджень вміст сухих речовин у плодах гібриду Астерікс F1 становив 4,7°Вх, у варіанті оброблення стимулятором росту Альгум Смарт Гроу – 4,8°Вх, а за умови застосування Гуміфілду – 4,9°Вх (табл. 2). Аналогічні показники для гібриду СХД 277 F1 становили відповідно 5,0; 5,1 і 5,1°Вх, тобто були дещо вищими, порівняно з гібридом Астерікс F1.

Закономірність між варіантами досліду збереглася і за показником умовного збору сухих речовин з гектару посіву томату (табл. 3). Максимальним у досліді даний показник визначений за умови застосування стимулятора росту

Гуміфілд – у середньому за 2016-2017 рр. 5,47 т/га по гібриду Астерікс F1 і 5,10 т/га по гібриду СХД 277 F1.

Що стосується досліджуваних гібридів, незважаючи на більш високий вміст сухих речовин у плодах томату, за їх умовним збором з гектару посіву гібрид СХД 277 F1 значно поступався гібриду Астерікс F1, що пояснюється рівнем сформованої врожайності у досліді. У середньому за фактором гібрид Астерікс F1 забезпечив умовний вихід сухих речовин на рівні 5,02 т/га, а гібрид СХД 277 F1 – 4,80 т/га, що на 0,22 т/га або 4,4% менше.

Таблиця 2 - Вміст сухих речовин у плодах томату

Гібриди (фактор А)	Оброблення стимуляторами росту (фактор В)	Вміст сухих речовин, °Вх		
		2016	2017	Середнє за 2016-2017 рр.
Астерікс F1	Контроль	4,7	4,6	4,7
	Гуміфілд	5,0	4,8	4,9
	Альгум Смарт Гроу	4,8	4,8	4,8
СХД 277 F1	Контроль	5,0	4,9	5,0
	Гуміфілд	5,2	5,0	5,1
	Альгум Смарт Гроу	5,1	5,0	5,1

Таблиця 3 - Умовний вихід сухих речовин з гектару посіву томатів

Гібриди	Оброблення стимуляторами росту (фактор В)	Умовний вихід сухих речовин з гектару посіву томатів, т/га		
		2016	2017	Середнє за 2016-2017 рр.
Астерікс F1	Контроль	4,58	4,59	4,59
	Гуміфілд	5,38	5,56	5,47
	Альгум Смарт Гроу	4,94	5,06	5,00
СХД 277 F1	Контроль	4,17	4,72	4,45
	Гуміфілд	4,86	5,35	5,10
	Альгум Смарт Гроу	4,58	5,10	4,84

Висновки. Мінімальна врожайність у досліді була сформована у контрольному варіанті без застосування стимуляторів росту. Гуміфілд збільшив її на 11,5-13,3%. Дія Альгум Смарт Гроу виявилася дещо меншою – 5,6-6,8%. Максимальний рівень урожайності забезпечив гібрид Астерікс F1 на фоні застосування Гуміфілду – 107,68 т/га у 2016 році та 115,85 т/га у 2017 році.

На вмісті сухих речовин у плодах томату оброблення стимуляторами росту майже не позначилось. Даний показник обумовлювався генетичними особливостями гібридів. Максимальним він визначений за вирощування гібриду СХД 277 F1 на фоні оброблення стимуляторами росту. Проте за рахунок більш високої сформованої врожайності умовний збір сухих речовин у гібрида Астерікс F1 виявився дещо вищим, порівняно з гібридом СХД 277 F1. Із стимуляторів росту за даним показником кращим виявився Гуміфілд.

Список використаних джерел

1. Деревщюков С. Н., Сычева С.В. Применение регуляторов роста при выращивании томата // Защита и карантин растений. 2007. № 11. С. 37-38.
2. Смашевский Н. Д. Влияние сочетаний витаминов и фитогормонов на улучшение роста и метаболизма томата при засолении // Успехи современного естествознания. 2011. № 4. С. 55-61.

УДК 631.674:004

Волочнюк. Є.Г., Шаталов А.О., Кузьменко Є.Д.

ДВНЗ "Херсонський державний аграрний університет", м. Херсон, Україна

ПРОЕКТ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПОЛИВУ НА БАЗІ ПРОЦЕСОРА ARDUINO MEGA

Автоматизовані системи поливу – це сукупність пристроїв, які в автоматичному режимі регулюють подачу поливної води на певну територію за заданим графіком, її тиск і кількість. При вирощуванні сільськогосподарських культур такі системи дозволяють значно скоротити трудові і грошові витрати.

В рамках роботи Студентського конструкторського бюро кафедри гідротехнічного будівництва, водної інженерії та водних технологій за сприянням Українського проекту бізнес-розвитку плодоовочівництва (UHBDP) у співпраці громадської організації "Земля Таврії" та ДВНЗ "Херсонський державний аграрний університет" створено проект такої системи на базі мікроконтролерної плати Arduino Mega 2560 Rev3.

Апаратна частина являє собою набір змонтованих електронних плат, що продаються як офіційним виробником, так і сторонніми виробниками. Така система може використовуватися як для створення автономних об'єктів автоматизації, так і підключатися до програмного забезпечення на комп'ютері через стандартні дротові і бездротові інтерфейси.

За основу системи автоматизованого поливу прийнято Arduino Mega 2560 Rev3 виробництва Італії. Це остання версія топової мікроконтролерної плати від Arduino, що базується на потужному чіпі ATmega 2560 працюючому на частоті 16 МГц. Контролер має 54 цифрових входів/виходів, 14 з яких можуть працювати в режимі PWM, 16 аналогових входів, 4 апаратні послідовні порти UART для зв'язку з комп'ютером та іншими пристроями, роз'єми USB, зовнішнього живлення, ICSP хідер і кнопку Скидання. Нова версія Rev3 включає в себе чіп Atmega16U2 з програмною прошивкою конвертера "USB-послідовний порт", замість використовуваних в більш ранніх версіях мікросхем FTDI, що дозволяє підвищити швидкість при передачі даних.

Для підключення до Arduino Mega 2560 різних модулів, а саме датчиків, реле, кнопок, потенціометрів та ін., застосовано плату розширення Arduino Mega Sensor Shield. Це дозволяє реалізацію проектів будь-якої складності, які вимагають одночасного підключення декількох модулів до контролера Arduino.

Управляється плата розширення Arduino Mega Sensor за допомогою контролера до якого вона підключена. Інформація про роботу системи виводиться LCD дисплей, який має два рядки по 16 символів в кожній.

Для передачі даних застосовано модуль GSM/GPRS стільникового зв'язку на основі компонента SIM800L. Стандартний інтерфейс управління компонента SIM800L надає доступ до сервісів мереж GSM/GPRS 850/900/1800/1900МГц для відправки SMS-повідомлень, дзвінків та обміну цифровими даними GPRS. Для синхронізації роботи системи у разі перепрограмування або відключення живлення застосовано модуль годинника реального часу на батареїці.

Робота системи основана на показниках датчиків вологості ґрунту, які занурюються в ґрунт на відстань до 45 мм і вимірюють електропровідність ґрунту, між своїми контактами. Напруга на виході датчика прямо пропорційно рівню електропровідності. На показання датчиків впливають ступінь занурення датчиків в ґрунт, тип ґрунту, його хімічні та фізичні властивості, наявність і кількість домішок у воді, якою поливається ґрунт. Для зниження ступеня залежності показань від сольового складу ґрунту застосовано ємнісні датчики вологості ґрунту, які не мають електричного контакту з ґрунтом і не схильний до корозії.

При зниженні вологості нижче встановленого значення включається самовсмоктуючий мембранний насос. Перерозподіл води між різними поливними ділянками регулюється електричними магнітними клапанами, які в нормальному стані закриті. Електромагнітні клапани дозволяють віддалено управляти потоком води, що зручно не тільки при поливі, а також для організації питних фонтанів, автоматичних змішувачів тощо.

```
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(8, 9, 4, 5, 6, 7);
int value=0;
int analogPin=A6;
int v_norm=500;
int v_minim=250;
int rele=18;
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  pinMode(rele, OUTPUT);
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeat
  value=analogRead(analogPin);
  int sensorValue = map(value,1023,0,0,1023);
  int sValue1 = map(value,1023,0,0,100);
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print(sValue1);
  if (sensorValue>v_minim) {
    digitalWrite(rele, HIGH);
    delay(20000);
  }

  if (sensorValue<v_minim){
    digitalWrite(rele,LOW);
    delay(5000);
    int sValue1 = map(value,1023,0,0,100);
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print(sValue1);
    digitalWrite(rele, HIGH);
    delay(5000);
  }
}
```

Рисунок 1 - Програмний код для датчиків вологості ґрунту

Програмна частина складається з безкоштовної програмної оболонки для написання програм, їх компіляції і програмування апаратури. Основою роботи системи автоматизованого поливу є показання датчиків вологості ґрунту на різних глибинах. На рисунку 1 наведено частину програмного коду для датчиків вологості ґрунту.

Система автоматизованого поливу рослин - незамінний помічник, як для догляду за кімнатними рослинами, так і на городі. Розроблена схема на базі контролера Arduino Mega 2560 Rev3, який базується на чипі ATmega 2560, дозволяє виконувати вимірювання вологості ґрунту на двох горизонтах та проводити поливи в автоматизованому режимі.

УДК 631.674.5:631.674.6

Бурдюг М.А., Волошин М.М.

ДВНЗ "Херсонський державний аграрний університет", м. Херсон, Україна

ЗАСТОСУВАННЯ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ ЯК ДОПОВНЕННЯ ДО СПОСОБУ ЗРОШЕННЯ ДОЩУВАННЯМ

Вступ. Краплинне зрошення є економічно обґрунтованим і екологічно безпечним способом поливу садів, виноградників, ягідників, овочевих культур в умовах відкритого ґрунту.

Основна частина. Краплинне зрошення – спосіб поливу рослин, при якому волога подається тривалий час в обмежених кількостях прямо в прикореневу зону рослин. Спосіб краплинного зрошення використовують в промислових масштабах з початку 60-х років минулого століття. Позитивні результати, отримані за короткий час, сприяли швидкому поширенню краплинного зрошення в багатьох країнах світу.

Термін краплинне зрошення має ряд синонімів: крапельний полив, мікрокраплинне зрошення, система крапельного поливу.

Краплинне зрошення характеризується рядом технологічних особливостей, головними з яких є:

- локальний характер зволоження ґрунтів переважно тільки в зоні розвитку основної маси кореневої системи;
- використання для налаштування водорозподільної мережі систем краплинного зрошення інертних відносно навколишнього середовища матеріалів, насамперед полімерних.

Дощування – це спосіб зрошення при якому зрошувальна вода потрапляє на поле у вигляді капель. Дощування у порівнянні з іншими способами поливу має безліч переваг, до них відносяться:

- Економія води, в порівнянні з поверхневим поливом;
- Можливість контролювати поливні норми;
- Вплив на мікроклімат приґрунтового шару повітря;
- Потрапляння води не тільки на ґрунт біля рослини, а і на саму рослину;
- Зрошення механізоване з мінімальною кількістю ручної праці.

Зазвичай та найбільше розповсюдження при дощуванні отримали машини кругової та фронтальної дії. Розглянемо саме дощувальні машини кругової дії, як за приклад візьмемо дощувальну машину «Фрегат» кругової дії.

Основною особливістю дощувальної машини «Фрегат», через яку вона і стала такою затребуваною серед сільгосптоваровиробників, це гідропривід який приводить машину до руху за допомогою тиску води та простота в експлуатації (рис. 1).



Рисунок 1 – Візок з навісним обладнанням ДМ «Фрегат»

Але одним із головних недоліків машин кругової дії є неможливість захвату дощувальною машиною всю площу поля, тобто машина захватує лише 80% від всієї площі поля, а на інші 20% зрошувальна вода не потрапляє і вони залишаються богарними землями. Нажаль на це мало хто звертає увагу, але в теперішній час коли клімат змінюється, середня температура зростає, а кількість опадів не збільшується і залишається бути недостатньою для отримання високих та стабільних врожаїв. Також такі недоліки як неможливість точно визначити ці самі кути недополиву при посіві культур якими засівають кути, а це як правило зернові та соняшник, також приводять до деяких проблем таких як при не правильному виміру кутів недополиву посіяли культуру в межах захвату дощувальної машини. Що в кінцевому підсумку важко визначитись в термінах початку збору врожаю, адже в той час коли рослини до яких потрапляла зрошувальна вода ще не дозріли до збору, рослини котрі були посіяні на богарній землі вже повністю стиглі і готові до збору. Та і взагалі втрата 20% від загальної площі поля це дуже велика кількість, адже якщо навіть вирощувати на цій площі овочі або інші високорентабельні культури то прибуток та рентабельність всього сільськогосподарського виробництва може значно підвищитись. Ці проблеми на теперішній час є тією темою яка потребує розгляду та більш пильної уваги.

Запропонуємо наступну схему вирощування сільськогосподарських культур на зрошенні (рис. 2).

Схема поливу ДМ «Фрегат» кругової дії та краплинного зрошення

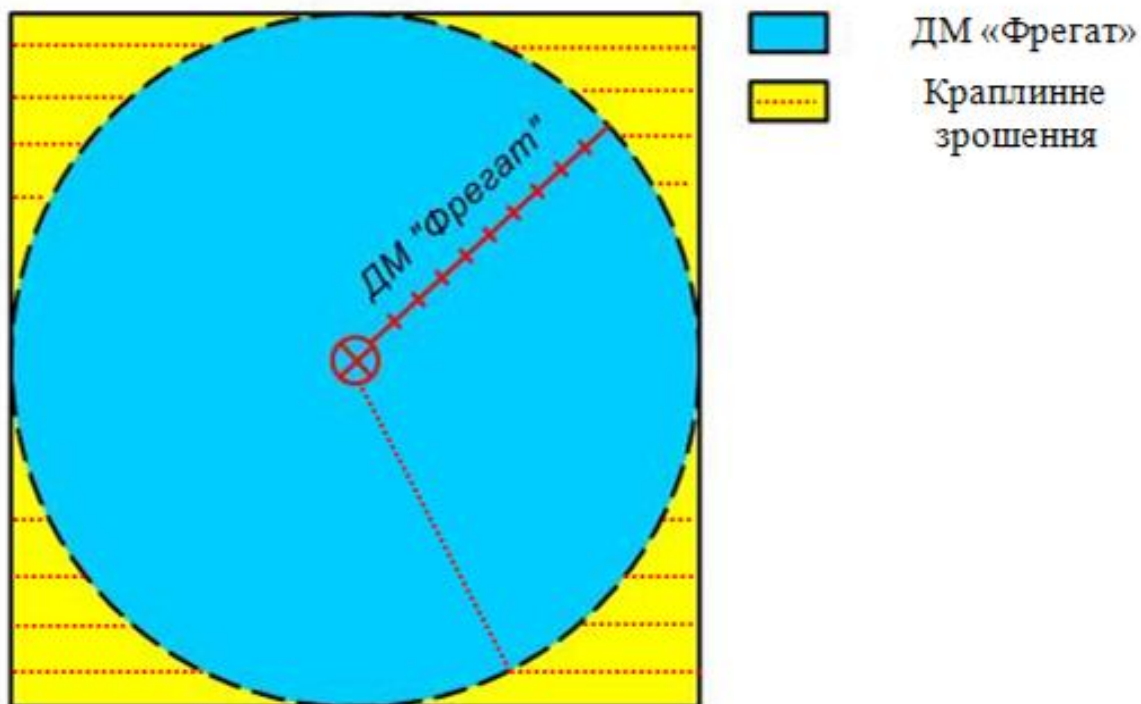


Рисунок 2 – Схема поливу ДМ «Фрегат» кругової дії та краплинного зрошення

Одним із варіантів вирішення даної проблеми є впровадження краплинного зрошення на кутах недополиву. Цей варіант вирішення проблеми, на наш погляд є одним із самих доцільним та економічно вигідним, адже зрошення загалом являє собою більш вигідний вид землеробства у порівнянні з богарним. Також якщо порівняти рентабельність озимої пшениці на богарі, а це в середньому 20-40%, або соняшника – 30-50%, з рентабельність наприклад кукурудзи на зерно на зрошенні - 60-70%, сої – 70-90%, томатами – 100-120%. Взяти до уваги те що при краплинному зрошенні економія зрошувальної води може досягати до 60%, що також є одним із дуже суттєвих факторів.

Висновок. Таким чином, рішення з приводу впровадити краплинне зрошення на кутах недополиву є технічно можливим, економічно обґрунтованим та доцільним рішенням.

Коваленко О.В.*Інститут водних проблем і меліорації НААН, м. Київ, Україна*

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ГІДРОІЗОЛЯЦІЙНОГО ЗАХИСТУ БЕТОННИХ ТА ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУД ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ МАТЕРІАЛІВ НА ЦЕМЕНТНІЙ ОСНОВІ

Вступ. Ефективна та безвідмовна експлуатація гідротехнічних споруд (ГТС) водогосподарсько-меліоративного комплексу можлива за умови забезпечення їх захисту ефективними гідроізоляційними, антикорозійними, зносо- та кавітаційно-стійкими композиційними матеріалами. Важливу роль в забезпеченні експлуатаційної надійності та довговічності ГТС відіграють гідроізоляційні покриття, які влаштовують на поверхні залізобетонних конструкцій. При незначній вартості гідроізоляційних покриттів по відношенню до вартості споруд доля їх відповідальності в частині забезпечення довговічності та експлуатаційної надійності споруд достатньо висока. Гідроізоляційні покриття служать бар'єром для агресивного середовища і, таким чином, захищають споруди від руйнування.

Не зважаючи на важливість гідроізоляційного захисту конструкцій ГТС водогосподарсько-меліоративного призначення на сьогодні цій проблемі не приділяється належної уваги. Тому фільтрація води через конструкції водогосподарсько-меліоративних споруд є частим явищем (рис. 1).



Рисунок 1 - Фільтрація води в докових частинах насосних станцій

Підвищити експлуатаційну надійність та довговічність ГТС, попередити фільтраційні явища на них можливо шляхом застосування технологій гідроізоляційного захисту з використанням сучасних композиційних сумішей на цементній основі. Такі суміші мають ряд позитивних якостей: широкий діапазон властивостей, можливість нанесення на вологі і мокрі поверхні,

можливість застосування в умовах як крапельної так і активної фільтрації, високі фізико-механічні та адгезійні властивості, екологічна безпечність.

Основна частина. В Інституті водних проблем і меліорації (ІВПіМ) НААН розроблено способи гідроізоляційного захисту та ремонту бетонних та залізобетонних будівельних конструкцій з використанням гідроізоляційних сумішей різного призначення: реакційно-здатних до компонентів цементного каменю для проникаючої гідроізоляції, швидко- та миттєвотвердіючих для екстренної зупинки протікань води, сумішей, що розширюються для герметизації швів, полімерцементних сумішей для гідроізоляційних покриттів.

Ліквідацію крапельної фільтрації через конструкцію ГТС проводять наступним чином: на поверхню конструкції наносять шар реакційно-здатної просочувальної суміші типу Aquamat-F (проникаюча гідроізоляція), потім наносять шар фіброполімерцементної гідроізоляційної суміші, (складається з портландцементу, кварцового піску, мікрокремнезему, полімерних модифікаторів і води) з подальшим втиранням у свіжий гідроізоляційний шар порошку швидкотужавіючої тампонажної суміші типу Aquafix. Потім повторно наносять суміш типу Aquamat-F та повторно наносять два шари фіброполімерцементної гідроізоляційної суміші загальною товщиною покриття 2-4 мм.

Для ліквідації активної фільтрації води застосовують спосіб, який включає наступні технологічні операції: після розчищення місця активної фільтрації змішану з водою швидкотвердіючу суміш типу Aquafix наносять на необхідне місце, забезпечуючи притискання з силою 20 кг протягом 3-5 хвилин. Після усунення активної фільтрації, методом штукатурних робіт проводять заповнення зони дефекту структури бетону фіброполімерцементною сумішшю, що складається з портландцементу, кварцового піску, суперпластифікатора на основі полікарбосилатних ефірів типу Adium, стирол-бутадієнового або стирол-акрилатного латексу типу Axilat, волокна армуючого поліпропіленового ВАП-фібри, мікрокремнезему та води. Зазначена фібробетонна суміш утворює міцні адгезійні зв'язки з бетоном, має підвищені міцнісні характеристики та тріщиностійкість.

Відновлення водонепроникності фільтруючого бетону, попередження прямого і капілярного проникнення води в будівельні конструкції через тріщини, зруйновані шви, стики та розущільнені зони виконують шляхом послідовного виконання наступних технологічних прийомів: замонолічування дефектів в місцях активних протікань води швидкотужавіючою сумішшю типу Aquafix, замонолічування крупних дефектів (сколів, вибоїн) швидкотвердіючими фіброполімерцементними сумішами типу Rapicret або Megacret, просочування поверхні бетону водним розчином кремнієвих сполук Aquamat-F, нанесення гідроізоляційного шару полімерцементною сумішшю типу Aquamat.

Ліквідацію протікань води у місцях проходження через конструкції металевих трубопроводів проводять шляхом послідовного виконання наступних технологічних операцій: видалення бетону на глибину до 60 мм шириною 50-60 мм по контуру труби, очищення металу труби від іржі,

покриття і забруднень, замонолічування протікань між трубою і конструкцією швидкотвердіючим тампонажним розчином типу Aquafix, герметизація шляхом обмотування труби водонабухаючим шнуром типу Waterstop 1520, нанесення шару еластичної гідроізоляції типу Aquamat Flex із запуском на трубу 100-150 мм.

Висновки. Для забезпечення ефективного гідроізоляційного захисту бетонних та залізобетонних гідротехнічних споруд необхідно застосовувати технології, які базуються на використанні сучасних гідроізоляційних матеріалів на цементній основі: реакційно-здатних сумішей для проникаючої гідроізоляції, швидкотвердіючих тампонажних сумішей для екстренної зупинки протікань води, полімерцементних сумішей для штукатурної та обмазувальної гідроізоляції. Застосування вказаних технологій дозволить відновити водонепроникність конструкцій ГТС, попередити явища фільтрації різної інтенсивності на спорудах, ефективно захистити їх від негативного впливу агресивного водного середовища.

УДК 624.012.45:69.058

Чеканович М.Г, Журахівський В.П.

ДВНЗ "Херсонський державний аграрний університет", м. Херсон, Україна

МІЦНІСТЬ ТА ДЕФОРМАТИВНІСТЬ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК, ПІДСИЛЕНИХ НОВОЮ ЗОВНІШНЬОЮ СИСТЕМОЮ

Вступ. Одним з напрямків підвищення міцності та зменшення деформативності балкових конструкцій є їх підсилення зовнішньою арматурою. Зовнішня арматура може застосовуватися при зведенні і підсиленні прольотів будівель та споруд. [1-5].

Як відомо, не завжди ефект від застосування арматурних затяжок є повністю позитивним. Наприклад, горизонтальні і шпренгельні затяжки можуть прискорити руйнування верхньої зони балкової конструкції. При навантаженні перearмованого згинаного елемента можливе його руйнування по стисненій зоні бетону.

Отже, важливою науковою проблемою є створення ефективної системи підсилення залізобетонних згинаних елементів, яка б могла регулювати зусилля в балковому елементі і компенсувати негативний вплив зовнішнього навантаження, при цьому в повній мірі використовуючи властивості бетону і сталі елемента, що підсилюється [1-5].

Основна частина. Авторами розроблено конструкцію підсилення залізобетонних балок, що передбачає регульований поздовжній обтиск за рахунок енергії зовнішнього навантаження та більш повного використання властивостей міцності матеріалів (Патент №109379 [6]). Особливістю роботи даної конструкції є можливість розвантаження верхньої стиснутої грані балки, шляхом створення зусилля розтягу дією зовнішньої арматури підсилення на балку.

Дана конструкція підсиливих балок була виконана і експериментально досліджена. Система підсилення включала зовнішню сталеву арматуру у вигляді двох гілок та направляючих елементів, що розташовувалися симетрично на бічній поверхні по кінцях балки. Клас бетону експериментальних балок був С35/45. Клас робочої арматури був прийнятий А-240С. Розміри та деталі армування балок представлені на рис. 1.

Було випробувано серію еталонних балок без підсилення та дві серії підсиливих балок. Маркування балок було наступне: літери вказують на наявність чи відсутність конструкції підсилення, цифра – номер серії. Характеристики системи підсилення балок наведені у табл. 1.

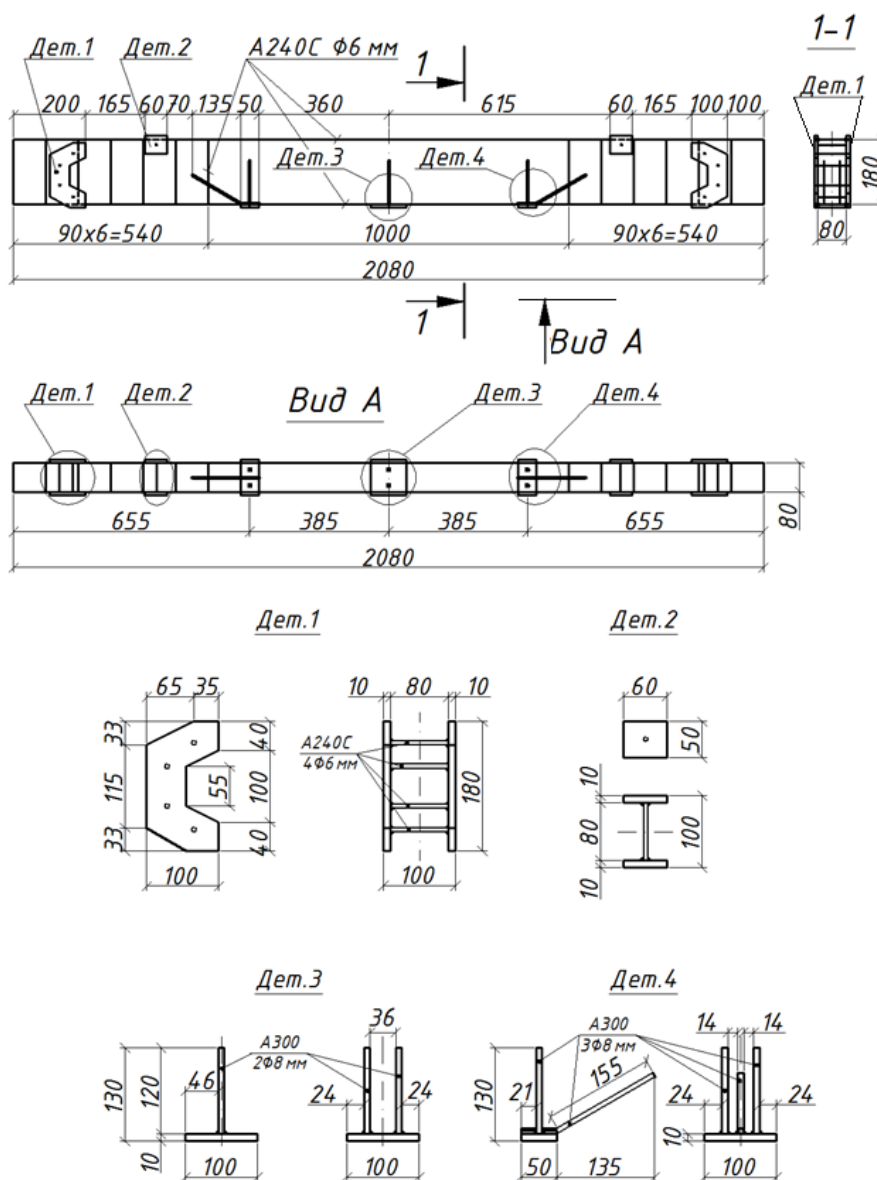


Рисунок 1 - Схема армування дослідних зразків балок, підсиливих запропонованою конструкцією

Таблиця 1 - Характеристики системи підсилення балок

№	Серія балок	Діаметр котка, d , мм	Кількість і діаметр стрижнів підсилення, n, \varnothing	Характеристика направляючої деталі, c , мм	Вид підсилення	k , мм
1	БО	-	-	-	-	-
2	БП-VI	55	2	70	без важелів	620
3	БП-VII	55	2	70	важелів	185

Загальний вигляд системи підсилення із направляючими деталями та гнучкими сталевими стрижнями представлено на рис. 2.



Рисунок 2 - Загальний вигляд підсиленої серії балок під час випробування.

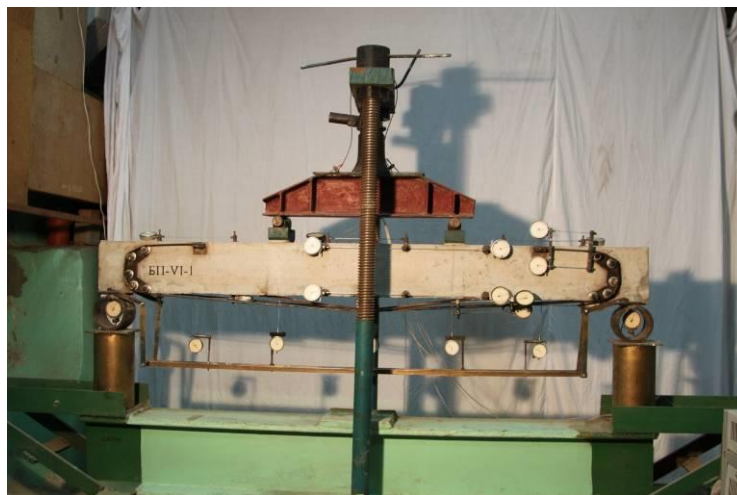


Рисунок 3 - Випробування залізобетонних балок, підсилених зовнішньою сталевією гнучкою арматурою, серії БП-VI

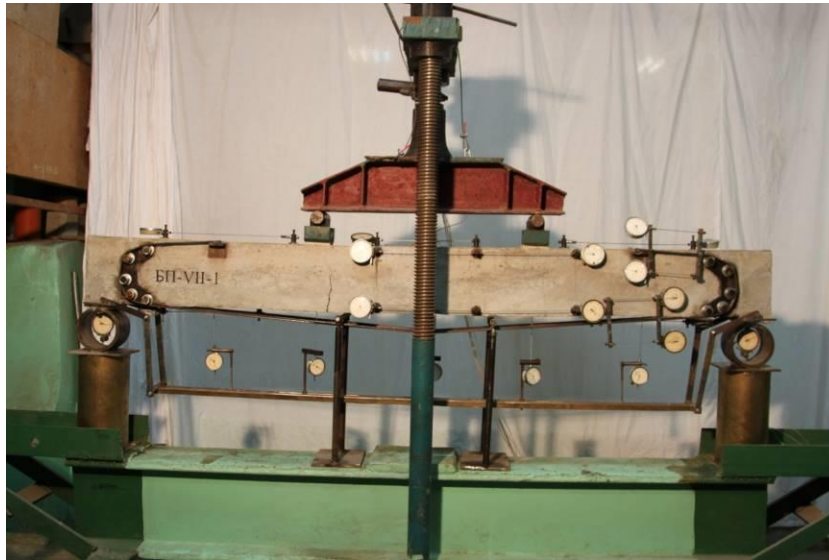


Рисунок 4 - Випробування залізобетонних балок, підсилених зовнішньою сталевую гнучкою арматурою, серії БП-VII

Результати випробування еталонної серії та двох серій підсилених балок представлені у табл.1.

Таблиця 2 - Несуча здатність підсилених серій балок та серії звичайних балок

Найменування балки	Максимальний згинальний момент, M , кНм	Відповідний прогин посередині прольоту w , мм
БО	4,79	14,29
БП-VI	15,69	15,04
БП-VII	21,193	19,85

З двох серій балок, підсилених зовнішньою сталевую гнучкою арматурою без важелів, найбільш ефективною - $M=21,193$ кНм виявилася серія БП-VII із закріпленням гілки арматури у вигляді двох паралельних стержнів $\varnothing 5$ мм на нижній грані балки на відстані 185 мм від опори і діаметром котка посередині прольоту $d_k=55$ мм. Останнє пояснюється дією розвантажувальних моментів системи підсилення.

В рамках експериментальних досліджень вивчався характер деформування підсилених балок серій (БП-VI та БП-VII) в ході збільшення зовнішнього навантаження. Деформування серії еталонних балок БО наведено у попередньому п. 3.1 на рис. 5.

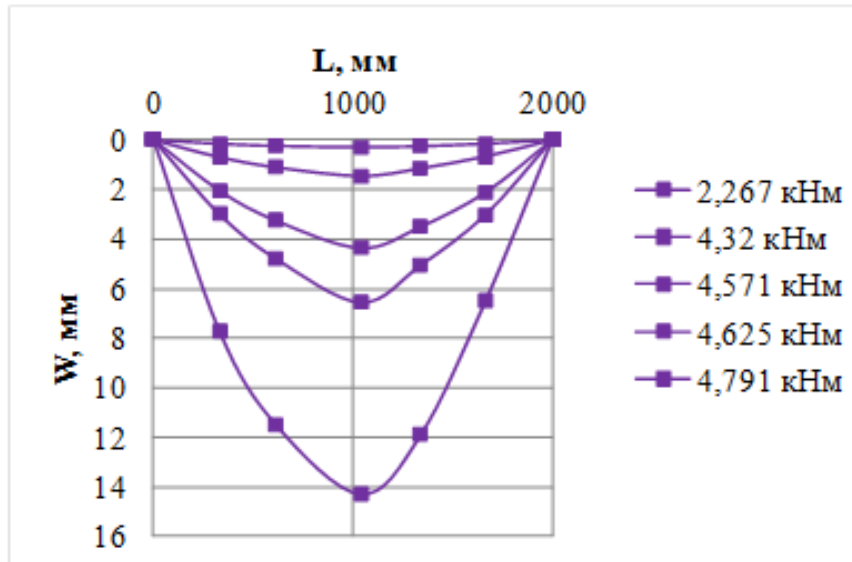


Рисунок 5 - Епюри прогинів серії еталонних балок БО при фіксованих значеннях згинального моменту

Результати представлені епюрами прогинів підсилених безважільних балок, що наведені на рис. 6, 7.

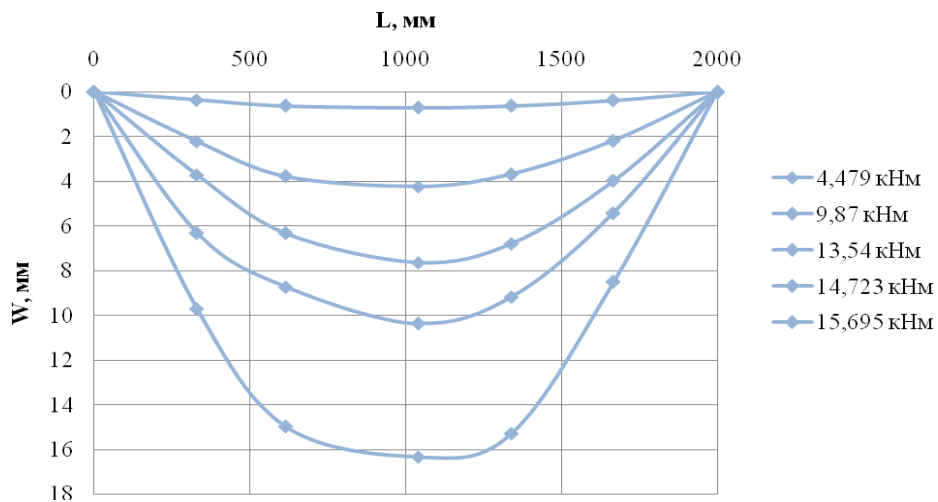


Рисунок 6 - Епюри прогинів серії БП-VI підсилених балок при відповідних фіксованих значеннях згинального моменту

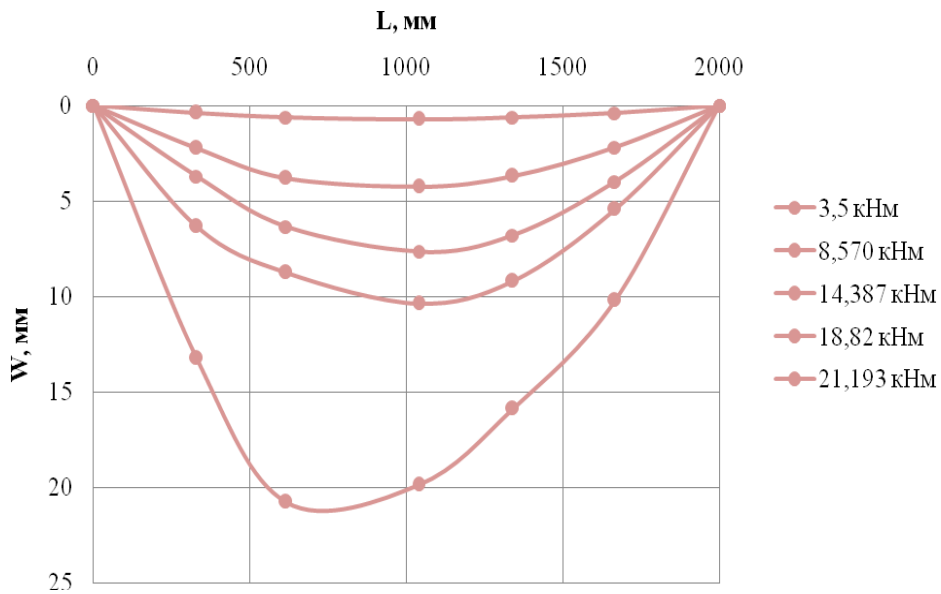


Рисунок 7 - Епюри прогинів серії БП-VII підсилених балок при відповідних фіксованих значеннях згинального моменту

Ефект за жорсткістю представлений у таблиці 2 та на епюрі прогинів серій БП-VI та БП-VII та БО при $M=4,791$ кНм, що відповідає несучій здатності балок серії БО (рис. 8).

Таблиця 3 - Прогини підсилених серій балок та серії звичайних балок

Найменування серії балки	Згинальний момент, M , кНм	Відповідний прогин посередині прольоту w , мм
БО	4,79	14,29
БП-VI	4,79	0,897
БП-VII	4,79	0,621

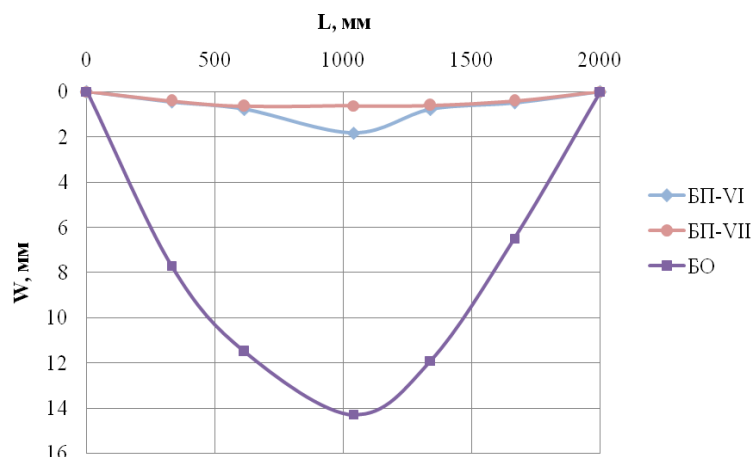


Рисунок 8 - Епюри прогинів к серій БП-VI та БП-VII підсилених балок та еталонної серії БО при $M=4,791$ кНм, що відповідає несучій здатності балок серії БО

Як видно з рис. 8. найбільш жорсткою виявилася серія підсилених балок БП-VII. Так при досягненні моментами величини несучої здатності $4,791$ кНм – для серії БО максимальні прогини балок БП-VII в 23 рази були меншими за прогини балок без підсилення.

Для порівняння жорсткості двох серій підсилених безважільних балок БП-VI та БП-VII побудовано залежності, представлені на рис. 9. Результати представлені у таблиці 3.

Таблиця 4 - Прогини підсиленних серій балок

Найменування балки	Згинальний момент, M , кНм	Відповідний прогин посередині прольоту w , мм
БП-VI	15,693	14,407
БП-VII	15,693	7,403

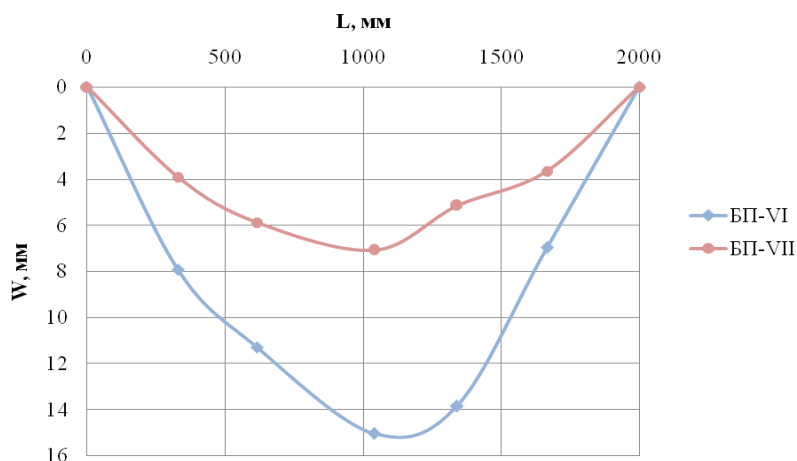


Рисунок 9 - Прогини підсиленних серій балок БП-VI та БП-VII при $M=15,695$ кНм, що відповідає несучій здатності балок серії БП-VI

З двох серій підсилених балок більш жорсткою виявилася серія БП-VII. При величині моменту $M=15,695$ кНм, що відповідає серії БП-VI зменшення прогинів балок серії БП-VII склало 2,12 разів у порівнянні із серією БП-VI.

Як у першій, так і в другій серіях підсилених балок, спостерігалось традиційне збільшення величини прогинів зі зростанням навантаження. При цьому інтенсивність зростання прогинів збільшувалась із зростанням навантаження. Асиметричність графіків при високому рівні навантаження пояснюється характером тріщиноутворення. Так в балці серії БП-VII прогини більші зі сторони збільшеного за величиною розкриття тріщин в розтягнутій зоні.

Висновки. В результаті проведених експериментальних досліджень запропонованої системи підсилення залізобетонних балок, що включає гнучку сталеву зовнішню арматуру та направляючі деталі для створення регульованого обтіску встановлено, що система дозволила розвантажити верхню стиснуту фібру балки, шляхом створення зусилля розтягу дією зовнішньої арматури підсилення на балку. Одержано підвищенням міцності конструкції до 4,42 разів у порівнянні із звичайним еталонними зразками. При цьому вдалося значно зменшити показники деформативності. Встановлено, що найбільш ефективною виявилася серія балок БП-VII із закріпленням гілки арматури на нижній грані балки на відстані 185 мм від опори.

Список використаних джерел

1. Бабич В. Є. Практичний метод розрахунку прогинів залізобетонних балок за ДСТУ Б В.2.6-156: 2010 / Бабич В. Є. // Комунальне господарство міст : наук.-техн. зб. – 2012. – № 101. – Харків : ХНУМГ, 2012.

2. Губій М.М. Проектування ремонту й підсилення будівель і споруд із застосуванням сучасних матеріалів і технологій: навчальний посібник, 2-ге видання, стереотипне/ М.М. Губій, Р.М. Ахмеднабієв. - Х.: Тимченко, 2009. – С.166-175.

3. Лаххам Х. Рациональные схемы локального предварительного напряжения изгибаемых элементов/ Х. Лаххам, М. Рифаи, Г.Ш. Салия // Материали конф.: Совершенствование строительных материалов, технологий и методов расчета конструкций в новых экономических условиях. - Сумы: Мрия, 1994. - С.69-70. 4. Салия Г.Ш. Локально предварительно напряженные элементы с арматурой А-III/ Г.Ш. Салия// Збірник наукових статей: Проблеми теорії і практики залізобетону. - Полтава, 1997. - С. 410-413.

5. Шагин А.Л. Конструкции с локальным предварительным напряжением/ А.Л. Шагин// Материали конф.: Науково-практичні проблеми сучасного залізобетону. – К., 1996.- С. 193-196.

6. Пат. №109379 Україна, МПК Е 04С 3/20. Конструкція балкова/ Чеканович М.Г., Журахівський В.П., Чеканович О.М.; заявник і патентовласник: ЧекановичМ.Г. - №а 201410316; заявл.22.09.2014; опубл. 25.02.2015, Бюл. № 4.

Шкарапата Я.Є.

ДВНЗ "Херсонський державний аграрний університет", м. Херсон, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ЗДІЙСНЕННЯ ВОДОПІДГОТОВКИ ШЛЯХОМ ІСКРОЕРОЗІЙНОЇ ОБРОБКИ

Постановка питання. Корозійна агресивність оборотної води в замкнених схемах підприємств найширшого профілю і великих господарств багато в чому визначається її складом - наявністю в ній корозійно-агресивних іонів, солей жорсткості, органічних і неорганічних забруднень і ін. Останнє безпосередньо залежить від вибраного способу водопідготовки.

Стан вивчення питання. У більшості випадків ці методи ґрунтовані на реагентній обробці блокооборотної води. Вони досить ефективні для нових систем блокооборотної води (БОВ), а також у тому випадку, якщо основні ланки системи - брудовіддільники і градирні досить чисті. Інакше, якщо ці ланки, а також трубопроводи та ін. вузли забруднені відкладеннями, а відділення забрудників, що потрапляють у воду, недостатньо ефективно, ефект від введення добавок у блокооборотну воду відчувається несуттєво. Корозійна агресивність води зворотних систем переробних підприємств обумовлюється, в основному, наявністю в ній іонів Cl^- , SO_4^{2-} (1-3). На розвиток корозійних процесів значний вплив робить вугільна кислота, присутня у воді в рівноважній концентрації з атмосферним CO_2 , а також її диссоційовані форми $-HCO_3^-$, CO_3^{2-} . Карбонатна форма, з'єднуючись з кальцієм, утворює в апаратах малорозчинні відкладення, знижуючи тим самим теплообмін.

Біогенніпораження, зважених у воді органічних забруднень, призводить до утворення H_2S і його диссоційованих форм. Це також негативно позначається на корозійній стійкості холодильного устаткування. До того ж відкладення на теплопередавальних поверхнях високов'язких і смолянистих забрудників істотно погіршує теплообмін.

Методика досліджень. З вище сказаного витікає, що очищення оборотної води від іонів і солей жорсткості, а також корозійно-агресивних іонів, різних забруднень органічного і неорганічного походження приведе до значного поліпшення її експлуатаційних характеристик. У цій роботі зроблена спроба оцінки можливості очищення води оборотної системи переробного підприємства - Херсонського НПЗ сучасним альтернативним методом - електроерозійною коагуляцією. Окрім очищення оборотної води, із застосуванням цього методу, також досліджувалася можливість покращення характеристик Дніпровської води, використовуваної для живлення ТЕЦ.

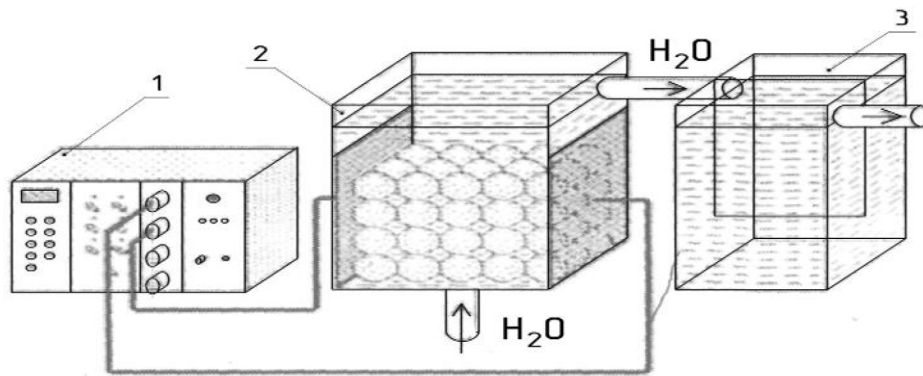


Рисунок1 - Схема установки іскроерозійної обробки

Згідно із запропонованим методом (рис.1) водний потік пропускається через шар гранул алюмінію або заліза. Гранули знаходяться в розрядній камері (2). До їх шару періодично підводяться імпульси електричної енергії від генератора (1). У місцях контактів гранул (алюмінію або заліза) виникають потужні іскрянні розряди. Вони супроводжуються ультрафіолетовим випромінюванням, мікрогідравлічними ударами і утворенням ерозійних часток металу.

Ці частки, хімічно реагуючи з оброблюваною водою, утворюють коагулянт. Ефективність такого свіжоприготовленого коагулянта, як показали попередні дослідження, в 2-3 рази вище, ніж отриманого хімічно, а потім доданого у воду. Дозрівання і осадження коагулянта із захопленими іонами та іншими забруднювачами відбувається у баку-відстійнику (3).

У лабораторних умовах вивчалася ефективність очищення оборотної води системи БОВ Херсонського НПЗ і Дніпровської води, що живить ТЕЦ, від різних видів забруднень методом іскроерозійної коагуляції в двох режимах.

При одній і тій же питомій дозі дії, в першому режимі при протоці $Q=3,2$ мл/с вся вода ($V=2030$ мл) оброблялася в розрядній камері. У другому режимі частина води (245 мл) оброблялася при тих самих електричних режимах і впродовж того ж часу, що і в першому режимі, а потім додавалася в необроблену воду. При цьому сумарний об'єм в першому і другому режимі залишався однаковим $V=2030$ мл.

Результати досліджень. Всього було оброблено чотири серії проб по 2030мл кожна (два режими, два види води в кожному режимі). У всіх режимах місткість розрядного конденсатора складала $C = 50$ мкф, сумарна індуктивність розрядного контура $L = 1$ мкГн, опір шунта $R_{ш}=30$ Ом, частота імпульсів $\omega=25$ Гц. Для дослідів використовувалися алюмінієві гранули середнього діаметру поперечного перерізу $d=4$ мм і алюмінієві електроди. Довжина міжелектродного проміжку складала $L=52$ мм, ширина $v=24$ мм і початкова висота шару гранул $h=38$ мм. В усіх дослідах час обробки складав 10 хв. 35 с. Електричні параметри розрядних імпульсів вимірювалися осцилографом С8-17, з пам'яттю. Амплітуда напруги розрядних імпульсів на електродах знаходилася в межах 290 - 350В. Амплітуда струму розрядних імпульсів складала 870-

ПООА. Тривалість імпульсів дорівнювала 30 мкс. При цьому споживаний з однофазної мережі струм не перевищував 0,7А. Детальніше параметри режимів приведені в таблиці 1.

Таблиця 1 - Параметри процесу обробки води

Серія проб	Вид води	Напруга імпульсів, V _{МВ}	Струм імпульсів, А	Тривалість імпульсів, мкс	Частота дотримання, Гц	Струм споживання, А	Час обробки, Т _{обр.} сек.	Оброблений об'єм, V _{обр.} мл.	Суммарний об'єм, V _{СУМ.} , мл.	Протік води, Q, мл/с.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	ТЕЦ	290	1100	30	25	0,7	635	2030	2030	3,2
2	БОВ підпр.	300	1100	30	25	0,7	634	2030	2030	3,2
3	ТЕЦ	320	990	30	25	0,7	637	245	2030	0
4	БОВ підпр.	350	870	30	25	0,7	637	245	2030	0

Ефективність очищення води визначали по зміні змісту в ній хлоридів, сульфатів, нафтопродуктів та ін. органічних домішок, солей кальцію і магнію, величині сухого залишку, а також за змістом іонів заліза, що побічно свідчить про інтенсивність протікання корозійних процесів в усій системі БОВ в цілому. Аналізи кількісного і якісного складу води здійснювали по методиках (4-8). Результати експериментів приведені в таблиці 2.

Таблиця 2 - Аналізи кількісного і якісного складу води

Серія дослідів показник	Початкова вода системи БОВ	2	4	Дніпровська водазапитки ТЭЦ	1	3
РН	7,05	7,22	7,36	7,76	7,11	7,28
Загальна жорсткість, мг екв/л	9,2	7,2	7,3	4,4	4,3	4,4
Ca ²⁺ мг.екв. л.	4,4	3,7	4,0	4,0	2,6	2,8
Me ²⁺ мг.екв. л.	3,6	3,1	3,2	1,9	-	1,8
CL мг.екв. л.	394	349	379,7	66,4	42,5	42,9
Нафтопродукти, мг/л	7,5	1,08	1,19	0,449	0,183	0,187
Сухий залишок, мг/л	1128	980	1095	489	323	355
Залізо, мг/л	0,77	0,59	0,383	0,74	0,344	0,371
SO ₄ ⁻² , мг/л	390	287	326	184	48,9	49,0

З приведених даних видно, що при іскроерозійній обробці води (системи БОВ) в ній помітно знижуються концентрації хлоридів і сульфатів, що мають корозійну агресивність по відношенню до металу устаткування. В результаті обробки також знижується загальна жорсткість, вміст забруднень

нафтопродуктами та ін. органічними домішками, знижується величина сухого залишку. При іскроерозійній обробці також знижується вміст іонів заліза у воді, що свідчить про сповільнення протікання корозійних процесів, в усій системі циркуляції оборотної води. Причому, помітніше зниження спостерігається у разі режиму з протоком. Аналогічна тенденція по очищенню води спостерігається і при іскроерозійній коагуляції Дніпровської води - зниження вмісту в ній хлоридів, сульфатів, завислих органічних домішок, солей кальцію (див. таблиця. 2).

Зниження вмісту перерахованих раніше речовин в оборотній воді на нашу думку повинно також привести до зниження її корозійної агресивності, що особливо важливо при експлуатації технологічного устаткування установок. Для оцінки впливу іскроерозійної коагуляції води на її корозійну агресивність в лабораторних умовах визначали швидкість корозії ст.20, як найбільш поширеної при виготовленні устаткування і трубопроводів, як в початковій воді системи БОВ, так і у воді після її обробки за описаною раніше схемою (використали воду серії проб І). Виміри швидкості корозії показали, що в результаті обробки, остання знижується від 0,14 мм/рік - для початкової води зворотної системи до 0,05 мм/рік для води після її обробки.

Варіюючи режимами обробки, вдалося досягти і глибше очищення води. Так, наприклад, вдалося досягти зниження загальної жорсткості від 7,2-9,2 до 0,6 при одночасному поліпшенні її прозорості.

Висновки і пропозиції. Отримані лабораторні дані дозволяють зробити припущення про те, що реалізація електроіскроерозійної коагуляції в промисловому масштабі, підбір раціональних режимів обробки може бути дієвим методом очищення зворотної води переробних підприємств від корозійно-агресивних речовин, солей жорсткості і різних забруднень.

Список використаних джерел

1. Арчаков Ю.И., Тесля Б.М., Бурлов В.В. и др. Современное состояние и перспективы защиты от коррозии конденсационно-холодильного оборудования и градирен от воздействия оборотных вод нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств. // Тематический обзор. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1983.-59с.

2. Железо. КНД 211.1.4.040-95 "Методика фотометрического определения железа с сульфосалициловой кислотой в сточных водах". – Киев. 1995. – С.10

3. Жесткость. Методическое руководство по анализу сточных вод нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий. Миннефтехимпром СССР.– М., 1977 г. С. 10.

4. Карелин Я.А., Попова И.А., Евсеева Л.А. и др. Очистка сточных вод нефтеперерабатывающих заводов. – М.: Стройиздат, 1982.-184с.

5. Нефтепродукты. СЭВ "Унифицированные методы исследования качества вод" – ч.1 – М.– 1987 г. сб.1 "Колоночная хроматография с весовым окончанием" М.1987. –С.6

6. Сухой остаток. ОСТ 38.011.95 "Вода техническая, оборотная, сточная нефтеперерабатывающих заводов. Методы определения взвешенных и растворенных веществ. – М. 1982 г. –С.5

7. Хлориды. КНД 211.1.4.037-95 "Методика меркуриметрического определения хлоридов в поверхностных и сточных водах". – Киев. – 1995. С.11

8. Шутько А.П., Сороченко В.Ф., Козликовский Я.Б., и др. Очистка водосносными хлоридами алюминия. – Киев.: Техника. – 1984- 136с.

УДК: 624.151.2:69.058.4

Кияновский А.М.

ДВНЗ "Херсонський державний аграрний університет", м. Херсон, Україна

ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ПРОСАДОЧНЫХ ЯВЛЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМНОГО КОНТРОЛЯ ВЛАЖНОСТИ ЛЁССОВЫХ ГРУНТОВ ОСНОВАНИЙ ЗДАНИЙ

Вступление. Возведение и эксплуатация зданий и сооружений на лёссовых просадочных грунтах является одной из наиболее сложных и актуальных проблем современного строительства. Эта проблема особо значима в Украине, поскольку лёссы занимают около 80% территории страны.

Прочность лёссовых грунтов зависит от их влажности, в сухом состоянии модуль деформации лёссов составляет $(2-5) \cdot 10^7$ Па и выше, а при увлажнении может достигать лишь 10^6 Па.

Особо значительны просадочные деформации лёссовых пород при техногенном замачивании. Так, например, при утечках из оросительных каналов образуются продольные трещины вдоль канала. Ширина раскрытия трещин составляет 30-40 см, величина просадки 0,3 -2 м на расстоянии до 20 м от канала [1,3].

Основная часть. При неравномерных просадках нарушается целостность фундамента, что влечет изменения во всех элементах здания. Из-за неровности опоры начинается разрушение стен, появляются трещины, возможен обвал одной из частей конструкции или здания в целом.

Прочность, устойчивость и возможность эксплуатации зданий, возводимых на просадочных грунтах, может быть обеспечена устранением просадочных свойств грунтов путем их уплотнения, применения свай и методами упрочнения грунта, выбором конструктивных решений, обеспечивающих жесткость несущего остова и возможностью быстрого восстановления конструкций в проектное положение [1].

(В частности, в г. Херсоне были построены более 30 зданий так называемой «гибкой» схемы, рассчитанных на такое восстановление [2])

Однако при выполнении всех требований к проектированию зданий и сооружений, возводимых на просадочных грунтах, необходимо во время эксплуатации предотвратить замачивание грунтов оснований зданий из нарушенных коммуникаций, трансформирующих воду и другие жидкости.

Примерно в 40%, случаев вода попадает в основания зданий вследствие утечек из канализаций, в 10-20% из водопровода, в 20% случаев из-за проникновения атмосферных осадков [1,3].

Особенно важно для предотвращения просадок ранее, своевременное обнаружение утечек, поскольку даже небольшое локальное увлажнение создает неравномерную просадку, которая, в свою очередь, вызывает нарушение целостности трубопроводов со всеми вытекающими последствиями.

Значительная протяженность водопроводных (и иных) сетей, наблюдающееся снижение их технологического состояния делает эту проблему актуальной [3].

Поэтому следует определить наиболее вероятные места попадания воды в грунт, разместить в них датчики влажности и с их помощью контролировать состояние грунтов оснований зданий.

Множество методов (нейтронный, гаммаскопический, тензометрический, кондуктометрический (резистивный), термоэлектрический и емкостной) могут быть применены для измерения влажности грунта.

Однако для дистанционного автоматического контроля влажности грунта наиболее приемлем кондуктометрический метод. В этом случае измеряется электропроводность (или сопротивление) пористого блока, влажность которого однозначно связана с влажностью грунта [4,5,6].

Разработанный нами датчик влажности обладает весьма высокой чувствительностью, изготовлен из химически устойчивых материалов и способен эксплуатироваться в течение многих лет.

При изменении влажности грунта с 13% до 19% (граничной влажности) сопротивление датчиков уменьшается в 22-25 раз, а при изменении с 16% до 19% уменьшается не менее чем в 2,5 раза.

Для измерения сопротивления датчика используется переменный ток, что позволяет избежать поляризацию электродов датчика и применить дистанционное автоматическое измерение влажности грунта [4, 5].

Датчики поочередно подключается к измерительному устройству, размещенному в пункте сбора информации. При превышении максимально допустимой влажности грунта срабатывает пороговое устройство и подается тревожный сигнал.

Выводы. Современные способы строительства на лёссовых грунтах позволяет успешно противодействовать возникновению просадочных явлений, особенно в грунтах I типа.

Тем не менее даже при одновременном использовании конструктивных решений, устранения просадочных свойств грунтов во время эксплуатации зданий возможно замачивание лёссовых грунтов из-за утечек из систем водоснабжения, теплофикации, водоотведения, канализации.

Поэтому целесообразно для предотвращения опасных просадочных явлений использование автоматической системы контроля влажности грунтов оснований зданий.

Список використаних джерел

1. Крутов В.И. Проектирование и устройство фундаментов на просадочных грунтах/В.И. Крутов, А.С.Семенов, В.А. Ковалевев. – Москва.: АСВ, 2012. – 560 с.
2. Беспалый И.Д. Результаты наблюдений за домами, построенными на просадочных грунтах в Херсоне./И.Д.Беспалый.//Основания, фундаменты и механика грунтов. – 1966, - № 1, - С. 22-24.
3. Левченко А.П. Особенности взаимодействия оснований и фундаментов на лёссовых просадочных грунтах в условиях насыщения технологическими и бытовыми сточными водами / Левченко А.П. – М.:МГОУ, 2010. – 555 с.
4. Берлинер М.А. Измерение влажности. – М.: Энергия, 1993. -400 с.
5. Петров И.К., Щукин А.И. Методы и отечественные приборы для измерения, автоматического контроля и регулирования влажности твердых тел. – М.: УНТИ ЭЛЕКТРОПРОМ, 1997. – 111с.
6. Корнеев И.А. Прибор для определения влажности образцов лёссовых грунтов в основаниях реконструируемых зданий // И.А. Корнеев, А.И.Тищенко, В.С.Афонин // Ползуновский вестник, - 2007, № 1-2, - С. 57-60.

УДК 624.012.3:624.041.65

Янін О.Є.

ДВНЗ "Херсонський державний аграрний університет", м. Херсон, Україна

ПОБУДУВАННЯ ДІАГРАМИ «МОМЕНТ-КРИВИЗНА» ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПРОГИНУ ДЛЯ ЗАЛІЗОБЕТОННОЇ БАЛКИ З УРАХУВАННЯМ ДІЙСНОЇ РОБОТИ БЕТОНУ І АРМАТУРИ

Вступ. Необхідність визначення несучої здатності залізобетонних балок за нормальним перерізом на дію згинального моменту часто виникає у практиці проектування. Оскільки, норми проектування [1], [2] регламентують урахування дійсної роботи бетону і арматури, ця задача повинна вирішуватись виходячи з відповідних критеріїв. Згідно з п.4.2.8 [1] і розділом 3.1.3.2 [3], несуча здатність елемента, що згинається у вигляді моменту дорівнює максимальному значенню на діаграмі «момент-кривизна». Тому, розвиток методики побудування такої діаграми є достатньо актуальним.

Основна частина. Вирішенню цієї задачі присвячені фундаментальні праці видатних вітчизняних вчених [3], які засновані на використанні методу послідовних наближень. Такий підхід дозволяє швидко побудувати діаграму з достатнім ступенем точності. Алгоритм, викладений у додатку В (таблиця В.2) [3], полягає у використанні рівнянь рівноваги для нескінченно малого елемента залізобетонної балки та гіпотези плоских перерізів. При використанні залежності σ_c - ϵ_c у формі поліному п'ятого ступеню [2], для прямокутного поперечного перерізу рівняння мають вигляд (див стор.49-50[3]):

$$\beta \cdot f_{cd} \cdot b \cdot z_{(1)}^2 + \sigma_s \cdot A_s \cdot (d - z_{(1)}) - M = 0, \quad (1)$$

$$\omega \cdot f_{cd} \cdot b \cdot z_{(1)} = \sigma_s \cdot A_s, \quad (2)$$

де β - коефіцієнт відносної несучої здатності нормального перерізу для рівняння моментів;

ω - коефіцієнт повноти епюри напружень в стиснутому бетоні для рівняння проекцій;

M – заданий зовнішній згинальний момент;

f_{cd} - розрахункове значення міцності бетону на стиск;

b - ширина поперечного перерізу балки;

$z_{(1)}$ - висота стиснутої зони бетону;

d - робоча висота поперечного перерізу балки;

A_s - площа поперечного перерізу поздовжньої робочої розтягнутої арматури;

σ_s - нормальні напруження в арматурі.

Для побудування діаграми «момент-кривизна» отримаємо функціональну залежність згинального моменту M від деформації в крайній стиснутій фібрі бетону $\varepsilon_{c(1)}$, виходячи з рівняння (1) при

$$\sigma_s = \varepsilon_s E_s, \quad (3)$$

де ε_s - відносна деформація у розтягнутій арматурі.

Згідно з гіпотезою плоских перерізів

$$\frac{\varepsilon_s}{d - z_{(1)}} = \frac{\varepsilon_{c(1)}}{z_{(1)}}. \quad (4)$$

У формулі (1) від значення $\varepsilon_{c(1)}$ залежать ε_s та $z_{(1)}$. Щоб визначити останні величини при поточному $\varepsilon_{c(1)}$, треба розв'язати систему рівнянь (2), (3) і (4). Після підстановки $z_{(1)}$ з виразу (4) та σ_s з виразу (3) у формулу (2), отримаємо алгебраїчне рівняння другого ступеню відносно ε_s :

$$\varepsilon_s^2 + \varepsilon_{c(1)} \varepsilon_s - \frac{f_{cd} b d}{E_s A_s} \omega \varepsilon_{c(1)} = 0. \quad (5)$$

Рішення цього рівняння має вигляд:

$$\varepsilon_s = \frac{\varepsilon_{c(1)}}{2} \left[\pm \sqrt{1 + \frac{4 f_{cd} b d \omega}{E_s A_s \varepsilon_{c(1)}}} - 1 \right]. \quad (6)$$

Оскільки від'ємний корінь рівняння не відповідає умовам задачі, то

$$\varepsilon_s = \frac{\varepsilon_{c(1)}}{2} \left[\sqrt{1 + \frac{4 f_{cd} b d \omega}{E_s A_s \varepsilon_{c(1)}}} - 1 \right]. \quad (7)$$

Після підстановки отриманого значення у формулу (4) будемо мати:

$$z_{(1)} = 2d \left[1 + \sqrt{1 + \frac{4f_{cd}bd\omega}{E_s A_s \varepsilon_{c(1)}}} \right]^{-1}. \quad (8)$$

Згідно з п.3.2.1.10 [1] при рішенні задачі, треба приймати дволінійну діаграму стану деформування арматури Прандтля. Формули (7) і (8) отримані виходячи із пружної роботи арматури. Коли арматура знаходиться у пластичній стадії, напруження у ній дорівнює розрахунковій міцності арматури розтягу $f_{yd} = \varepsilon_{s0}E_s$. У такому випадку, значення $z_{(1)}$ треба визначати з формули (2) при

$$\sigma_s = f_{yd} = \varepsilon_{s0}E_s, \quad (9)$$

де ε_{s0} – відносна деформація видовження арматури при її переході у пластичну стадію.

З формул (2) і (9) отримаємо

$$z_{(1)} = \frac{\varepsilon_{s0}E_s A_s}{\omega f_{cd} b}. \quad (10)$$

Оскільки, параметр β залежить від поточного значення $\varepsilon_{c(1)}$, функція згинального моменту M від $\varepsilon_{c(1)}$ на підставі виразу (1) має вигляд

$$M = M_{Ed}(\varepsilon_{c(1)}) = \beta(\varepsilon_{c(1)}) \cdot f_{cd} \cdot b \cdot [z_1(\varepsilon_{c(1)})]^2 + \varepsilon_s(\varepsilon_{c(1)}) \cdot E_s \cdot A_s \cdot [d - z_1(\varepsilon_{c(1)})]. \quad (11)$$

Кривизна елемента балки визначається за формулою

$$\chi = \frac{\varepsilon_{c(1)} + \varepsilon_s}{d}. \quad (12)$$

Для побудови графіку залежності згинального моменту M від кривизни елемента балки χ треба мати залежність цієї величини від $\varepsilon_{c(1)}$. Оскільки відносна деформація у розтягнутій арматурі ε_s залежить від $\varepsilon_{c(1)}$, у формулу (12) треба підставити функцію $\varepsilon_s(\varepsilon_{c(1)})$. У пружній стадії роботи арматури вона відповідає вигляду формули (7). Коли арматура знаходиться у текучому стані, функціональну залежність $\varepsilon_s(\varepsilon_{c(1)})$ треба отримувати на підставі рішення наступної системи рівнянь

$$\frac{\varepsilon_s}{d - z_{(1)}} = \frac{\varepsilon_{c(1)}}{z_{(1)}}, \quad (13)$$

$$\omega(\varepsilon_{c(1)}) \cdot f_{cd} \cdot b \cdot z_{(1)} = f_{yd} \cdot A_s. \quad (14)$$

Після виразу $z_{(1)}$ з формули (14) та підстановки отриманого значення у формулу (13) будемо мати

$$\varepsilon_s = \varepsilon_{c(1)} \cdot \left[\frac{\omega(\varepsilon_{c(1)}) \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d}{f_{yd} \cdot A_s} - 1 \right]. \quad (15)$$

При збільшенні деформації крайньої стиснутої фібри бетону, деформація видовження арматури у розтягнутій зоні теж збільшується. Тому, залежність ε_s ($\varepsilon_{c(l)}$) є зростаючою. Отже, арматура працює пружно якщо

$$\varepsilon_s = \frac{\varepsilon_{c(1)}}{2} \left[\sqrt{1 + \frac{4f_{cd}bd\omega(\varepsilon_{c(1)})}{E_s A_s \varepsilon_{c(1)}}} - 1 \right] < \varepsilon_{s0}. \quad (16)$$

Пластична стадія для арматури настає при таких значеннях $\varepsilon_{c(1)}$, коли

$$\varepsilon_s = \frac{\varepsilon_{c(1)}}{2} \left[\sqrt{1 + \frac{4f_{cd}bd\omega(\varepsilon_{c(1)})}{E_s A_s \varepsilon_{c(1)}}} - 1 \right] \geq \varepsilon_{s0}. \quad (17)$$

Величину деформації крайньої стиснутої фібри бетону $\varepsilon_{c(1)}$, при якій арматура переходить у пластичний стан, можна отримати на підставі рішення наступної системи рівнянь:

$$\frac{\varepsilon_{s0}}{d - z_{(1)}} = \frac{\varepsilon_{c(1)}}{z_{(1)}}, \quad (18)$$

$$\omega(\varepsilon_{c(1)}) \cdot f_{cd} \cdot b \cdot z_{(1)} = \varepsilon_{s0} \cdot E_s \cdot A_s. \quad (19)$$

Функція параметру ω являє собою раціональний поліном п'ятого ступеню по відношенню до аргументу $\varepsilon_{c(1)}$. Отже, алгебраїчне рішення системи з метою знаходження $\varepsilon_{c(1)}$ є практично неможливим. Тому її можна вирішувати у системі MathCAD за допомогою операторів «Given» і «Find».

З метою з'ясування можливості практичного використання запропонованого методу, задача була розв'язана для залізобетонної балки прямокутного профілю при таких контрольних вихідних даних:

- клас міцності бетону C16/20;
- клас арматури A400C;
- проліт балки $L=6$ м;
- висота поперечного перерізу балки $h=0,6$ м;
- ширина поперечного перерізу балки $b=0,3$ м;
- відстань від центру ваги арматури до крайнього розтягнутого волокна $a_0 = 0,03$ м;
- лінійне рівномірно-розподілене навантаження на балку для першої групи граничних станів $q = 15 \times 10^{-3}$ МН/м;
- лінійне рівномірно-розподілене навантаження на балку для другої групи граничних станів $q_n = 13,5 \times 10^{-3}$ МН/м;
- згинальний момент посередині прольоту балки від навантаження для першої групи граничних станів $M_{Ed} = qL^2/8 = 0,0675$ МН×м.
- площа поперечного перерізу арматури $A_s = 14,02 \cdot 10^{-4}$ м²

Отриманий наступний графік залежності згинального моменту від кривизни елементу балки (рис.1).

Деформація бетону стиснутої фібри $\varepsilon_{c(l)}$, при якому значення згинального моменту M є максимальним, визначається з рівняння

$$\frac{d}{d\varepsilon_{c1}} M_{Ed}(\varepsilon_{c1}) = 0. \quad (20)$$

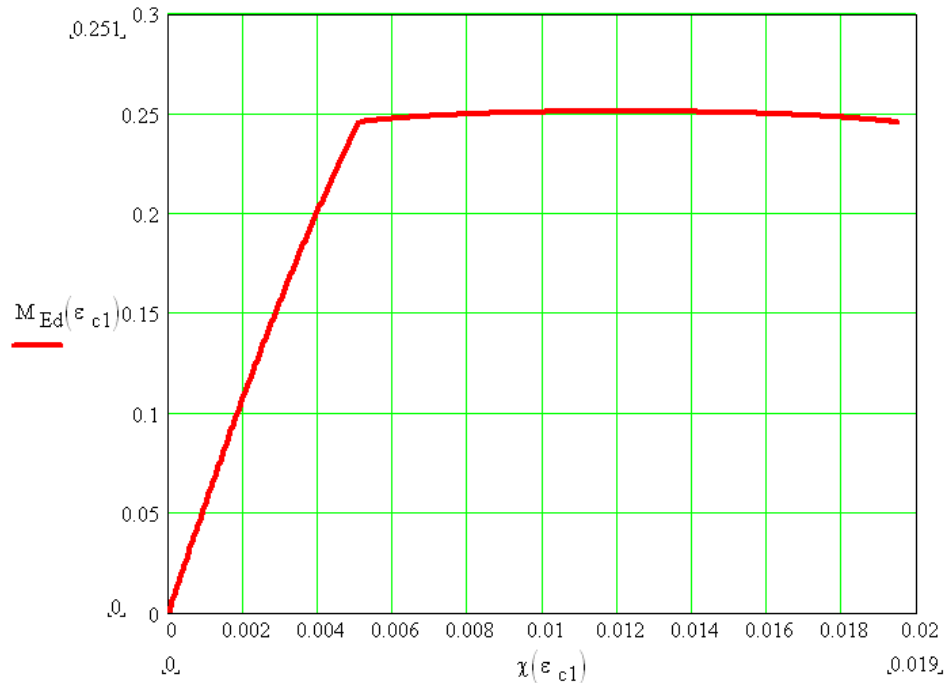


Рисунок1 Графік залежності згинального моменту від кривизни елементу балки

При контрольних вихідних даних $\varepsilon_{c(l)}=2,215 \cdot 10^{-3}$.

Відповідне значення моменту склало: $M_{Ed}(\varepsilon_{c(1)}) = 0.2512 \text{ МН} \cdot \text{м}$. На рис.1 це значення відповідає максимуму функції при кривизні

$$\chi(\varepsilon_{c(1)}) = \frac{\varepsilon_{c(1)} + \varepsilon_s(\varepsilon_{c(1)})}{d} = 0.0121 \text{ м}^{-1}. \quad (21)$$

Знайдений момент відповідає несучій здатності елементу.

Величина деформації крайньої стиснутої фібри бетону $\varepsilon_{c(l)}$, при якій арматура переходить у пластичний стан склало $\varepsilon_{c(l)}=1,168 \cdot 10^{-3}$, при кривизні

$$\chi(\varepsilon_{c(1)}) = \frac{\varepsilon_{c(1)} + \varepsilon_s(\varepsilon_{c(1)})}{d} = 5,087 \cdot 10^{-3} \text{ м}^{-1}. \quad (22)$$

На графіку (рис.1) це значення відповідає абсцисі зламу кривої.

Отриману залежність згинального моменту M від кривизни елементу балки χ можна використати для визначення її прогину, наприклад, посередині прольоту. Згідно з п.5.4.3.1 [1] прогин балки слід знаходити за інтегралом Мора. При використанні приблизного підходу для визначення цього прогину, половину прольоту балки з одного боку від осі симетрії можна розбити на певну достатньо велику кількість однакових ділянок, довжиною

$$\Delta = \frac{0,5L}{K}, \quad (23)$$

де K – кількість ділянок.

Чим більше ця кількість, тим розрахунок буде більш точним.

Для кожної i -тої ділянки розраховується значення, що відповідає підінтегральному виразу інтеграла Мора (див. формулу (5.18) [1]):

$$M_i \left(\frac{1}{r} \right)_i \Delta, \quad (24)$$

де M_i – згинальний момент посередині i -тої ділянки при дії одиничної вертикальної зосередженої сили посередині прольоту у напрямку шуканого переміщення;

$$M_i = Z_i / 2, \quad (25)$$

$Z_i = \frac{\Delta}{2} + (i-1)\Delta$ - відстань від лівої опори балки до середини i -тої ділянки;

$\left(\frac{1}{r} \right)_i$ - кривизна посередині i -тої ділянки від заданого навантаження.

Для знаходження цієї кривизни треба послідовно:

1) розрахувати згинальний момент посередині i -тої ділянки від заданого навантаження

$$M_{Edi} = \frac{q_n Z_i}{2} (L - Z_i); \quad (26)$$

2) розв'язати рівняння $M_{Ed}(\epsilon_{c(l)}) = M_{Edi}$ відносно невідомого $\epsilon_{c(l)}$ ($M_{Ed}(\epsilon_{c(l)})$ відповідає формулі (11));

3) розрахувати значення $\chi = (1/r)_i$ за формулою (12).

Параметри навантаження і характеристики бетону та арматури, треба використовувати такі, що відповідають другій групі граничних станів.

При використанні комп'ютерного середовища MathCAD, сумування елементів для всіх ділянок балки, що розраховуються за формулою (24), доцільно виконувати у циклі. Перед програмою циклу треба розмістити підпрограму рішення рівняння $M_{Ed}(\epsilon_{c(l)}) = M_{Edi}$ за допомогою операторів «Given» – «Find». Прогин балки дорівнює подвійній сумі вказаних елементів, оскільки вона обчислюється тільки для половини прольоту балки з одного боку від осі симетрії.

При контрольних вихідних даних прогин балки посередині прольоту склав $f = 3,883 \cdot 10^{-3}$ м.

Для стадії пластичної роботи арматури при визначенні згинального моменту $M_{Ed}(\epsilon_{c(l)})$ напруження в арматурі $\sigma_s = f_{yd} = \epsilon_{s0} \cdot E_s$. Отже, відносну деформацію у розтягнутій арматурі треба прийняти рівною ϵ_{s0} . Це відповідає тому, що напруження в арматурі у формулі (1) $\sigma_s = f_{yd}$. При визначенні кривизни елементу та прогину балки у стадії пластичної роботи арматури $\epsilon_s \geq \epsilon_{s0}$. При цьому, значення ϵ_s треба розраховувати за формулою (15).

Висновки. Розв'язання системи рівнянь, що відповідають гіпотезі плоских перерізів та рівнянню проєкцій на вісь балки для нескінченно малого її елемента за довжиною, зводиться до рішення алгебраїчного рівняння другого ступеня. Тому, залежність згинального моменту від кривизни елемента балки можна отримати у достатньо простому аналітичному вигляді при дволінійній діаграмі стану деформування арматури і використати для визначення прогину балки дискретним методом.

Список використаних джерел

1. ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону/ Правила проєктування / Мінрегіонбуд України. – Київ, 2011. – 118с.
2. ДБН В.2.6-98:2009. Бетонні та залізобетонні конструкції / Основні положення / Міністерство регіонального розвитку та будівництва України. – Київ, 2011. – 71с.
3. Є. М. Бабич, В. Є. Бабич. Розрахунок і конструювання залізобетонних балок: навчальний посібник / Є. М. Бабич, В. Є. Бабич. – друге видання перероблене і доповнене. – Рівне: НУВГП, 2017. – 191с.

УДК 693.55:626.8

Сакара О.Ю., Волочнюк Є.Г.

ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет», м. Херсон, Україна

ЗАСТОСУВАННЯ ДИСПЕРСНОГО АРМУВАННЯ ПРИ БУДІВНИЦТВІ ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУД

Сучасне гідротехнічне будівництво характеризується використанням бетонів, що містять компоненти і добавки, що підвищують міцність, стійкість конструкцій до зовнішніх агресивних дій, зносостійкість, витривалість до динамічних і ударних навантажень.

При будівництві гідротехнічних об'єктів велика увага повинна приділятися широкому застосуванню нових ефективних будівельних матеріалів, збірних будівельних елементів, легких та економічних великорозмірних конструкцій і виробів поліпшеної якості, з високим ступенем заводської готовності, зниження матеріаломісткості і вартості будівництва.

Довгий час міцність бетону розглядалася в якості визначального чинника. Інші властивості вважалися залежними від неї. Проте, як показали результати досліджень, експлуатаційні показники бетону не завжди залежать від міцності [1,2]. Перспективним є використання у виробництві дисперсно-армованих бетонів (дослідження Б.А. Крилова, И.А. Лобанова, Г.С. Родова, В.С. Стерину) [4] і полімерцементних бетонів. Такий прийом дозволяє значною мірою оптимізувати структуру бетону, підвищивши його міцність на розтяг, тріщиностійкість, ударну міцність, морозостійкість.

Фібробетон довгий час вважався багатообіцяючим матеріалом, але тільки останніми роками досягнутий реальний прорив по його використанню.

Армування фіброю дозволяє значною мірою оптимізувати структуру бетону, підвищивши його міцність на розтяг, тріщиностійкість, ударну міцність, морозостійкість, що дає можливість вирішувати актуальну для будівельної індустрії задачу підвищення якості бетонних виробів.

Слід разом з цим відмітити, що питання протидії фібробетону ударним діям все ще залишаються малодослідженими.

Якщо вплив структури бетону на його міцність при статичному навантаженні досить докладно показано багатьма авторами, то аналогічні питання при динамічному навантаженні вивчені значно менше.

Дослідженнями Ю.М. Баженова, А.А. Гвоздьова, О.В. Зайцева та ін. [3] виявлені наступні аспекти впливу структури бетону на його динамічну міцність:

1. З введенням дисперсного армування бетону його міцність при динамічному навантаженні зростає до певного коефіцієнта армування.

2. Фібробетон є цементною матрицею, дисперсно армованою хаотично розташованими або орієнтованими фібрами (волокнами): сталевими (з відпрацьованих канатів), мінеральними (базальтовими, скляними) або полімерними.

3. Головні переваги фібробетону полягають в підвищеному опорі розтягу і високій в'язкості руйнування, оскільки фібри збільшують ефективний опір розкриттю тріщин не тільки внаслідок зчеплення (опору в осьовому для фібри напрямку), але і завдяки опорі в поперечному напрямку.

4. Початкові дефекти в структурі бетону (особливо мікротріщини) значно більше впливають на динамічну, ніж на статичну міцність бетону через зменшення можливостей перерозподілу напружень через запізнювання мікропластичної деформацій.

Крім того, Ю.М. Баженовим висловлена важлива думка про те, що на динамічну міцність бетону в більшій мірі впливають фактори, які менш помітно позначаються при статичному навантаженні: неоднорідність бетону на макрорівні і наявність дефектів, особливо контактної зони.

Оцінку можливості опису механізму руйнування бетону при ударі за допомогою реологічних моделей дав Ю.М. Баженов [3]. Він вважає, що навіть найскладніша з відомих реологічних моделей бетону, перш за все, відображає якісну сторону деформування бетону. Крім того, відповідні тій чи іншій моделі рівняння справедливі тільки при одиночному ударі. При повторному навантаженні цей закон вже непридатний.

Підсумовуючи результати досліджень зв'язку структури і міцності бетону, можна визначити наступні шляхи оптимізації його структури з метою підвищення тріщиностійкості, ударної стійкості і міцності на розтяг:

1. Збільшення жорсткості бетону за рахунок використання щільних і міцних наповнювачів і цементів високих марок.

2. Додавання до складу бетонної суміші дисперсного армування у вигляді металевої або синтетичної фіброю з об'ємною часткою від 0,5 до 1,5% і відношенням довжини фібри до діаметру рівним 50 - 70, але не більше 100.

3. Поліпшення зчеплення фібрового армування з цементним каменем за рахунок застосування анкерування та штучної зміни періодичного перетину фібри.

До переваг фібробетону належить підвищення міцності при армуванні сталевими волокнами в 1,2-1,7 рази на стиск, в 1,5-3 рази на згин і розколюванні, в 10-30 разів при ударі; підвищення міцності при армуванні базальтовими волокнами в 1,2-2,5 рази при стиску, в 26 разів при згині, в 1,5-2,5 рази при розколюванні, в 3-10 разів при ударі; підвищення довговічності.

Список використаних джерел

1. Бетон на рубеже третього тисячелеття: Матеріали 1-й Всерос. конф. по проблемам бетона и железобетона. — М.: Ассоциация «Железобетон», 2001. - Т. 1 – 460 с.

2. Курбатов Л.Г., Родов Г.С. Исследование прочности сталефибробетона при продольном ударе. - В кн.: Исследование и расчет экспериментальных конструкций из фибробетона. Д., 1976, - С. 76-83.

3. Баженов Ю.М. Бетон при динамическом нагружении. - М.: Стройиздат, 1970. - 272 с.

4. Коротышевский О.В. Полы из сталефибробетона и пенобетона. - М.: Строительные материалы, 2000. - №3. -С. 16.

УДК 624.01

Чеканович М.Г., Чеканович О.М., Журахівський В.П.

ДВНЗ "Херсонський державний аграрний університет", м. Херсон, Україна

ВАЖІЛЬНО-СТРИЖНЕВА СИСТЕМА ПІДСИЛЕННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ РЕБРИСТИХ ПЛИТ

Вступ.Значне місце серед зношених і пошкоджених несучих конструкцій займають залізобетонні згинальні елементи покриття та перекриття. Для відновлення експлуатаційної придатності, збільшення їх несучої здатності при зміні діючих на них навантажень та умов експлуатації традиційно застосовується підсилення зовнішньою арматурою у вигляді горизонтальних та шпренгельних затяжок [1-7]. Проте, ефект початкового напруження обмежений і може негативно вплинути на роботу елемента – спричинити появу тріщин у верхній зоні балкової конструкції. При навантаженні можливе руйнування такого згинального елемента по стисненій зоні бетону. Тому вибір ефективного способу підсилення залізобетонних згинальних елементів становить важливу наукову проблему для будівельного комплексу України.

Основна частина.Проведені авторами дослідження довели можливість створення підсилених залізобетонних згинальних елементів зі значно збільшеними показниками міцності та жорсткості за рахунок раціонального

перерозподілу діючих напружень між їх стисненою і розтягнутою зонами під навантаженням[8]. Загальний вигляд такої конструкції підсилення на прикладі ребристої плити покриття наведено на рис 1.

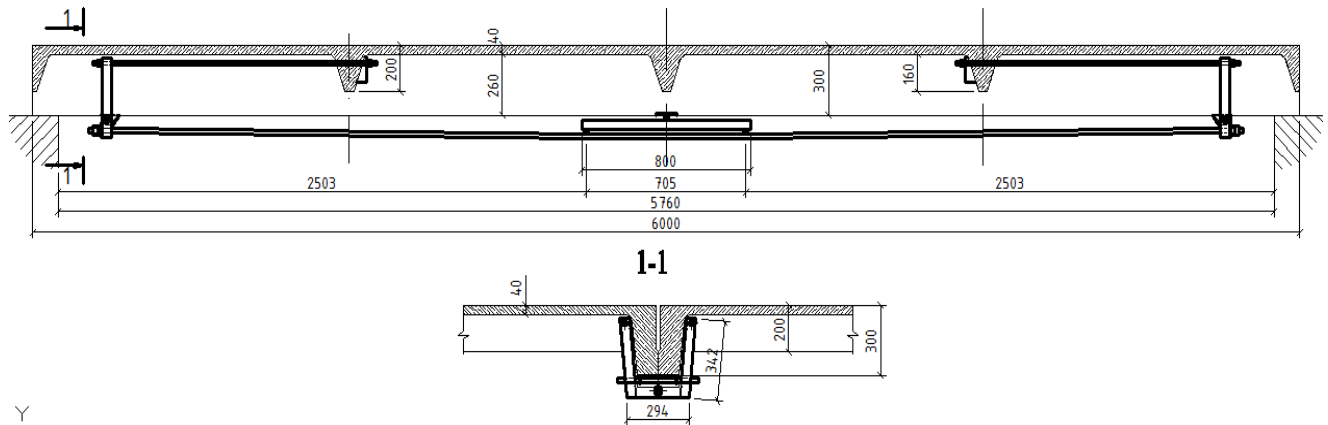


Рисунок 1 - Загальний вигляд дослідного зразка балки, підсиленої важільно-стрижневою системою, збоку та з торця

1 – залізобетонна балка; 2 – розтяжки; 3 – затяжка; 4 – траверса; 5 – двоплечові важелі; 6, 7 – котки; 8 – комплект кріплень зі сферичними шайбами

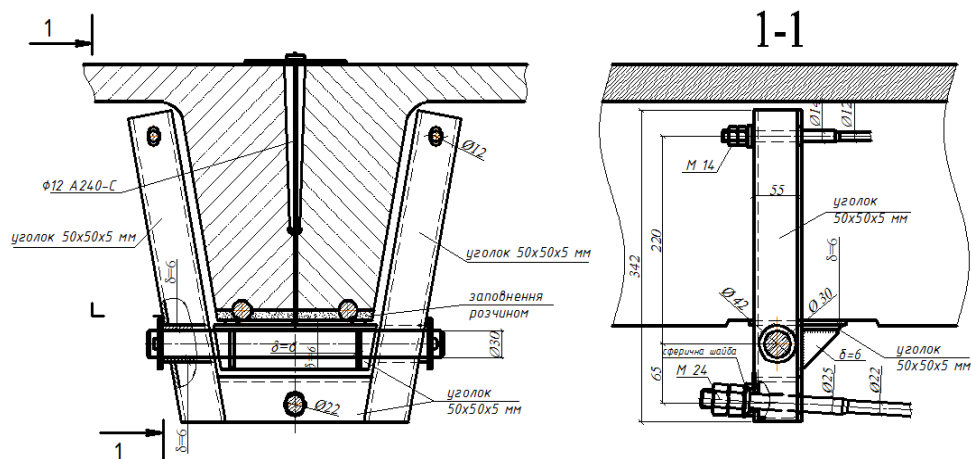


Рисунок 2 - Конструктивні рішення опорного вузла важільно-стрижневої системи при підсиленні ребристої плити покриття

В основу дослідження покладено математичне моделювання важільно-стрижневої системи підсилення залізобетонних ребристих плит, порівняльний аналіз теоретичних даних.

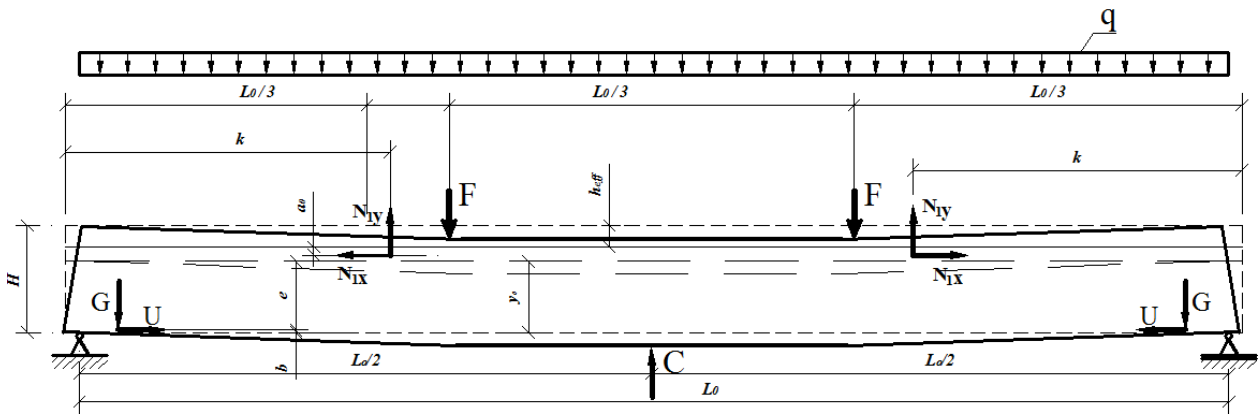


Рисунок 3 - Розрахункова деформована схема плити під дією сил зовнішнього навантаження і реакцій зусиль важільно-стрижневої системи

В зоні контакту котків траверси та затяжки виникають сили тертя T_{mp} , які зображені на рис. 4.

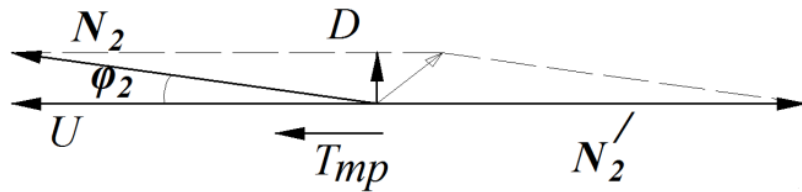


Рисунок 5 - Схема для врахування сил тертя

В нашому випадку $D=C/2$; $N_2' = U + T_{mp}$. Зусилля тертя знаходиться за виразом:

$$T_{mp} = f_o \cdot D, \quad (1)$$

де f_o - коефіцієнт тертя, що приймається для шпренгельних затяжок 0,45 [5];

При розрахунку даної ребристої плити, підсиленої важільно-стрижневою системою, сила тертя в процентному співвідношенні від поздовжньої сили обтиску U склала менше 1,8%, тому у розрахунку можна їх не враховувати, зважаючи на малу значимість.

Збір навантаження виконувався згідно діючих норм [9]. Як видно зі схеми, зовнішнє навантаження складалося із рівномірно розподіленого навантаження, у склад якого входили: власна вага ребристої плити, вага конструкції підсилення та вага шарів конструкції покрівлі. Також враховувалося штучне навантаження. В цілому сумарне значення рівномірно розподіленого навантаження склало 4,79 кН/м. При розрахунку також враховувалася величина попереднього напруження арматурних елементів ВСС, що склала для затяжки 5 кН, для розтяжок - 1,47 кН. Максимальна величина попереднього напруження була визначена з умови недопущення провисання

елементів підсилення і включення їх у роботу одразу після початку навантаження.

Натурні випробування виконувалися до величини навантаження, що склало 40% від несучої здатності відповідної звичайної або підсиленої плити. Навантаження на ребро плити здійснювалося двома зосередженими силами, прикладеними в третинах прольоту. В якості вантажів використовувалися попередньо зважені і підписані блоки. Випробування виконувалося спочатку для плити, підсиленої важільно-стрижневою системою. На другому етапі проводилось навантаження і випробування плити, підсиленої затяжкою з траверсою посередині прольоту. Таким чином можна було отримати ефект від роботи розтяжок. Останнім етапом було випробування звичайної плити.

Ефективність важільно-стрижневої системи підсилення можна дослідити за прогинами конструкцій як інтегральної характеристики деформативності. При рівні максимального експериментального навантаження 32,45 кНм, що відповідає 40% несучої здатності плити без підсилення, прогин посередині прольоту такої плити склав біля 13 мм, плити, підсиленої затяжкою з траверсою, – 8,5 мм, а плити, підсиленої важільно-стрижневою системою, – 5,5 мм. Ефект зменшення прогину плити, підсиленої ВСС, порівняно із звичайною плитою склав 2,36 раза. Для підсилених конструкцій плит спостерігається зменшення величини пластичних залишкових деформацій, що свідчить про їх більш пружну роботу під навантаженням.

За теоретичними розрахунками підвищення несучої здатності ребристої плити, підсиленої запропонованою важільно-стрижневою системою, порівняно із звичайною плитою склало 1,73 раза, порівняно із плитою, підсиленою затяжкою з траверсою, - в 1,23 раза. Включення в роботу розтяжок дало збільшення несучої здатності до 23%. З проаналізованих діаграм видно, що при вичерпанні несучої здатності і руйнуванні розрахункове значення прогинів плити, підсиленої ВСС, в 4,48 раза менше, ніж у звичайної плити.

Таким чином, найбільшу розрахункову несучу здатність і найменші прогини показала ребриста плита, підсилена запропонованою конструкцією із взаємопов'язаних розтяжок і затяжки, - 140,45 кНм, прогин при цьому склав 28,2 мм і не перевищив гранично допустиме значення. Оцінка достовірності розрахункового апарату представлена в таблиці 1.

Запропонована важільно-стрижнева система є ефективною з точки зору несучої здатності і деформативності, а удосконалена методика розрахунку залізобетонних згинальних елементів – адекватна та достовірна, що підтверджується натурними випробуваннями залізобетонних ребристих плит в межах дії експериментального навантаження.

Запропонована важільно-стрижнева система була оцінена з точки зору економії сталі. Для порівняння були вибрані відомі шпренгельні конструкції підсилення залізобетонних ребристих плит прольотом 6 м [2, 4, 6]. Результати порівняння зведені до табл. 2.

Таблиця 1 - Результати визначення експериментальних і теоретичних прогинів для підсиленних та звичайних плит

Характеристика ребристої плити	Експериментальне навантаження, M , кНм	Прогин посередині прольоту ребра плити, мм		, %
Підсилена важільно-стрижневою системою	56,18	10,2	11,02	8%
Підсилена затяжкою з траверсою	45,84	11,7	10,9	7,3%
Звичайна	32,45	13,0	12,08	7,6%

Як впливає з порівняльної таблиці 2. витрати металу за рівних умов нижчі для випадку підсилення запропонованою важільно-стрижневою системою. При цьому рацевитрати та інші фактори можуть вносити свої корективи у ефективність застосування систем підсилення.

Таким чином, у порівнянні з відомими варіантами підсилення ребристої плити запропонована ВСС дає помітну економію сталі, незважаючи на додаткові витрати металу для влаштування розтяжок.

Таблиця 2 - Ефективність важільно-стрижневої системи за витратами сталі

№ з/п	Система підсилення ребристої плити	Посилання	Схема	Витрати матеріалу, кг	Порівняльний ефект
1	ВСС	За пропозицією авторів		61	1
2	Шпренгельні затяжки	[79]		65	1,07
3		[79]		69	1,13
4		[108]		141	2,31
5		[46]		185	3,03

Висновки. Запропонована нова конструкція підсилення залізобетонних ребристих плитважільно-стрижневою системою. Особливістю конструкції підсилення є встановлення розтяжок для розвантаження стиснутої зони плити, що дає можливість перерозподіляти напруження в плиті, підвищуючи її міцність, тріщиностійкість. За теоретичними розрахунками підвищення несучої здатності ребристої плити, підсиленої запропонованою ВСС, порівняно із звичайною плитою склало 1,73 раза, порівняно із плитою, підсиленою зтяжкою з траверсою, - в 1,23 раза. Включення в роботу розтяжок дало збільшення несучої здатності до 23%.

Список використаних джерел

1. Гольшев А.Б. Проектирование усиленных несущих железобетонных конструкций производственных зданий и сооружений/ А.Б. Гольшев, И.Н. Ткаченко. - К.: Логос, 2001. - 172 с.
2. Губій М.М. Проектування ремонту й підсилення будівель і споруд із застосуванням сучасних матеріалів і технологій: навчальний посібник, 2-ге видання, стереотипне/ М.М. Губій, Р.М. Ахмеднабієв. - Х.: Тимченко, 2009. — С.166-175.
3. Домбаев И.А. Обжатие железобетонных конструкций внутренним шпренгельным подкреплением с горизонтальными участками: автореф.дис. ... канд. тех. наук: 05.23.01/ И.А. Домбаев – Х., 1997. - 24с.
4. Малыганов А.И. Восстановление и усиление строительных конструкций аварийных и реконструируемых зданий (атлас схем и чертежей)/ А.И. Малыганов, В.С. Плевков, А.И. Полищук. – Томск, 1990.- 320 с.
5. Онуфриев Н. М. Усиление железобетонных конструкций промышленных зданий и сооружений/ Н. М.Онуфриев.- Ленинград, 1965. - 342 с.
6. Семенюк С.Д. Усиление железобетонных ребристых плит покрытия и перекрытия зданий и сооружений шпренгельными зтяжками/ С.Д. Семенюк, Н. В. Клундук// Ресурсоекономні матеріали, конструкції і споруди: зб. наук. праць, вип. 16 - Рівне, 2008. — С. 408—414.
7. Шагин А.Л.Обжатие конструкций шпренгельным подкреплением с горизонтальными участками/ А.Л.Шагин, И.А. Домбаев// Коммунальное хозяйство городов. – К.: Техника, 1997. - № 8. - С.33-36.
8. Пат. 87047 Україна, МПК E04C 3/00. Регульованообтиснена залізобетонна балка/ Чеканович О.М.; заявник і патентовласник: Чеканович О.М. - №а 200710856; заявл. 10.04.2009; опубл. 10.06.2009, Бюл.№11. 9. Навантаження і впливи. ДБН В.1.2-2:2006. - К.: 2006.- 74 с. (Мінбуд України).

ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СКЛОПЛАСТИКОВОЇ АРМАТУРИ ТА ЇЇ ЗЧЕПЛЕННЯ З БЕТОНОМ

Вступ. Завдання підвищення ефективності та якості промислового і сільськогосподарського будівництва в ряді випадків прямо або побічно пов'язано з проблемою довговічності конструкцій, що експлуатуються в умовах агресивних середовищ. Одним з реальних шляхів вирішення проблеми є застосування високоміцного односпрямованого склопластику як армуючого матеріалу для бетонних, полімербетонних і дерев'яних конструкцій.

Необхідно відзначити, що практичне застосування склопластикової арматури все ще стримується недостатньою вивченістю її можливостей і порівняно високою вартістю. При всьому цьому цілком очевидно, що зважаючи на помітну активізацію дослідних робіт і тенденції, що намітилася по зниженню вартості вихідних матеріалів область застосування будівельних конструкцій, армованих склопластиковою арматурою, вже в найближчі роки буде значно розширена, що дасть поштовх до створення безметальних конструкцій.

Основна частина. Як зазначено у роботах Красовської Т. М., Шахова С.В. та Беленчук В. В. [1, 2] при поєднанні безперервного тонкого волокна за допомогою синтетичних смол, таких як епоксидні, епоксидофенольні, поліефірні і інші, отримують монолітні стержні і дротини, основою яких є скляне, базальтове, вуглецеве і арамідне волокно. Неметалева арматура випускається у вигляді стрижнів зі спіральною рельєфністю будь-якої будівельної довжини зі скляних або базальтових волокон, просочених хімічно стійким полімером. Довговічність обумовлена високою хімічною стійкістю арматури до всіх відомих агресивних середовищ - газова середовище підвищених концентрацій, хлористі солі, протиожеледні реагенти, морська вода. Досягнуті успіхи у створенні склопластикової арматури і конструкцій, армованих нею, є результатом досліджень, виконаних у різний час вітчизняними вченими, в першу чергу докторами техн. наук, професорами А.Л. Гвоздевим, К.В. Михайловим, Н.А. Мощанским, О. Я. Бергом, І.М. Ахвердовим, Ю.М. Івановим, докторами хім. наук Г.Л. Андреевской, М.С., кандидатами техн. наук Ю.М. Вільдавским, С.С. Жавридом, Ю.В. Кондратьєвою, К.В. Зеленським, Б.В. Накашидзе, І.В. Підмостко, Ю.В. Дегтярем, канд. хім. наук І.С. Скориніною та ін.

Істотний внесок в організацію досліджень і дослідно-промислових робіт внесли доктор техн. наук, проф. С.С. Атаєв і кандидат техн. наук Н.М. Мулін та І.І. Циганков. Основним фактором, що забезпечує спільну роботу арматури і бетону в залізобетоні, є забезпечення зчеплення цих різномодульних матеріалів. В існуючій світовій практиці основним методом оцінювання

зчеплення арматури з бетоном є балковий метод RILEM/CEB/FIP [3], який передбачає випробування спеціальних зразків бетонної балки на вигин.

Дана робота присвячена визначенню фізико-механічних характеристик склопластикової арматури, а також довжини її анкерування в бетоні та виявлення факторів, які впливають на зчеплення арматури з бетоном.

Експериментальні дослідження проводилися у трьох різних випробувальних розривних машинах лабораторії ХДАУ. Були використані три зразки з металевими стаканами-анкерами на кінцях для випробування на розтяг і визначення модуля пружності та відносного подовження, а також три зразки з арматурним стрижнем, який був заанкерований на різну довжину в бетон, для визначення напружень зчеплення, просковзування та деформацій. Дослідні зразки перед випробуванням витримувалися відповідно до вимог ГОСТ 12423-66[4]. Випробувальна машина відповідала ГОСТ 28840 [5]. Методика проведення експериментального дослідження, виготовлення експериментальних зразків, підготовка до проведення експерименту.

Загальна методика проведення експериментальних досліджень:

1. Виготовлення експериментальних зразків.
2. Встановлення експериментальних зразків у випробувальну машину.
3. Проведення дослідів та отримання експериментальних даних.
4. Статистична оцінка точності результатів випробування, побудова графіків та виведення рівнянь математичних залежностей.
5. Порівняння теоретичних та експериментально отриманих даних, виведення коефіцієнта їх відхилення.
6. Обробка результатів та проведення аналізу.

План експерименту, об'єм експериментальних зразків та очікувані показники зведено до таблиці 1.

Таблиця 1. Об'єм експериментальних зразків та очікувані показники.

№ № п/ п	Найменування зразків	Кіл-ть	Характеристики	Показ- ники	Примітка
1	2	3	4	5	6
1	Стрижень арматури закріплений по кінцям в стаканах-анкерах	3	межа міцності; модуль пружності; відносне подовження	σ_B E_p ϵ_B	
2	Стрижень заанкерений на різну довжину в бетоні одним кінцем та з стаканом-анкером на іншому кінці	3	напругазчеплення з бетоном; деформації; зсув; проковзування;	τ ϵ Δ S	
3	Бетонні кубики	2	міцність при стиску	f_c	КОНТРОЛЬ

Результати досліджень. Обробка результатів випробування на розрив зразків склопластикової арматури полягала у знаходженні експериментального модуля пружності та порівнянні його з теоретичним модулем пружності.

Значення модуля пружності E_f , МПа, розраховували як відношення збільшення навантажень при розтягуванні в інтервалі від $0,2$ до $0,5P$ і відносним подовженням за формулою

$$E_f = \frac{P_1 - P_2}{(\varepsilon_1 - \varepsilon_2) \cdot A}$$

$$E_{f \text{ експ}} = \frac{19600 - 8384,2}{(0,008 - 0,003) \cdot 0,407} = 5511449,6 \text{ Н/см}^2 = 55114,49 \text{ МПа}$$

де P_1 -навантаження, складова $(50 \pm 2)\%$ руйнівного навантаження, Н;

P_2 -навантаження, складова $(20 \pm 2)\%$ руйнівного навантаження, Н;

ε_1 - відносне подовження, відповідна навантаженні P_1 .

ε_2 - відносне подовження, відповідна навантаженні P_2 .

Відповідно ТУ 5769-248-35354501-2007 $E_{f \text{ теор}} = 55\ 000$ МПа, отже процент відхилення результатів теоретичних та експериментальних даних складає:

$$\% = \frac{55114,49 - 55000}{55114,49} \cdot 100 = 0,2 < 5\%$$

Відносне подовження при руйнівному навантаженні ε_B , мм/мм, розраховують за формулою:

$$\varepsilon_B = \frac{P}{E_f \cdot A}$$

$$\varepsilon_{B \text{ теор}} = \frac{41921}{5500000 \cdot 0,407} = 0,0187$$

$$\varepsilon_{B \text{ експ}} = \frac{41921}{5511449,6 \cdot 0,407} = 0,0186$$

Враховуючи отримані данні можна зробити висновок, що експеримент проведений вдало, так як відхилення теоретичних та експериментально отриманих даних не перевищує 5%, а саме складає 0,2%.

Відповідно рис.1, де наведені теоретично та експериментально отримані залежності « σ - ε » для зразка склопластикової арматури $\varnothing 8$ мм, можемо зробити висновок, що експериментальна пряма проходить вище за теоретичну, тобто стрижень витримав більше навантаження, ніж закладене у теоретичних паспортних даних.

Статистична обробка теоретичних даних та результатів дослідження напружень зразка показала, що їх розбіжність складає 2,06%. Статистична обробка теоретичних даних та результатів дослідження деформацій зразка показала, що їх розбіжність складає 4,61%.

Проведено порівняльний аналіз побудованих діаграм «напруження зчеплення-зсув», (див. рис.2) отриманих експериментальним шляхом для зразків склопластикової арматури АКС Ø8мм з довжинами анкерування в бетоні 85мм, 185мм та 285мм із зразком металевої арматури Ø12мм.

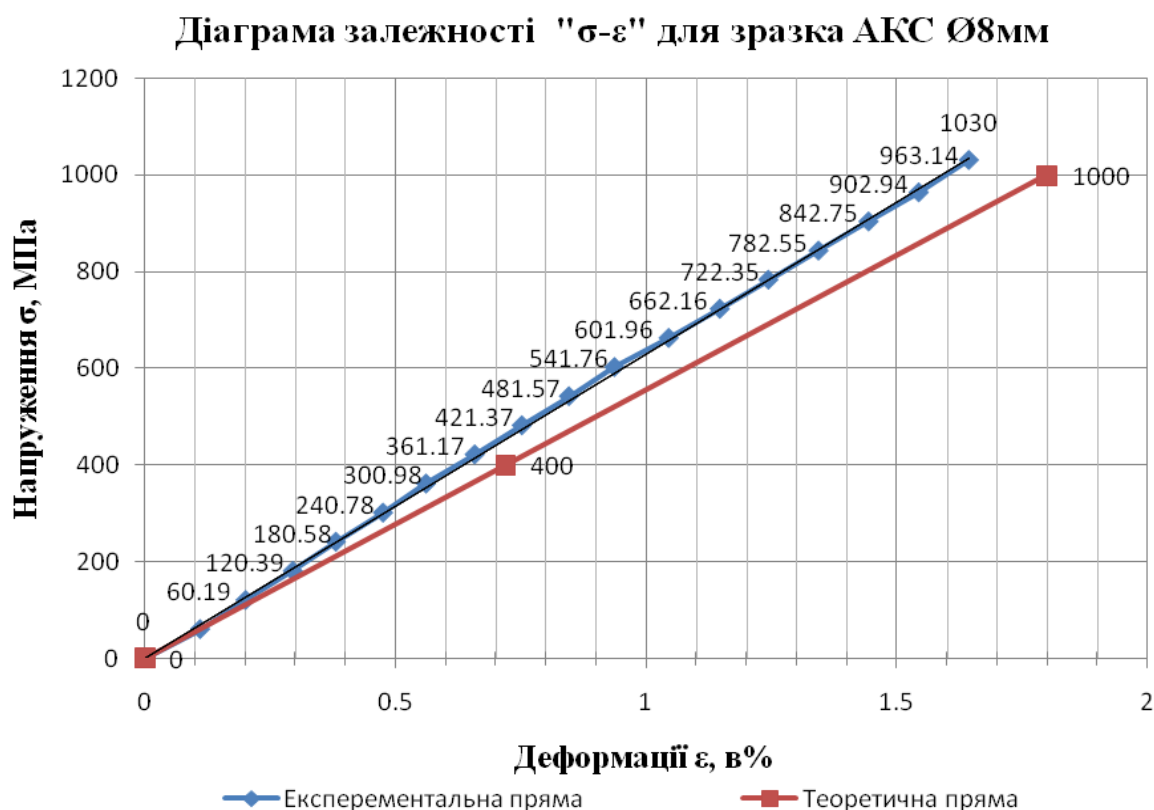


Рисунок 1 - Теоретична та експериментальна залежності «σ-ε» для зразка АКС Ø8мм

Порівняння виконуємо з металевою арматурою більшого діаметру, тому що склопластикова арматура Ø8 мм по міцності відповідає металевій Ø12мм. Зовнішній вигляд кривих залежностей напруги зчеплення-деформації зсуву для склопластикової арматури періодичного профілю відповідає аналогічній кривій для сталевий арматури традиційного періодичного (серповидного) профілю.

Отримані контрольовані експериментальні значення напружень-зчеплень склопластикової арматури задовольняють вимогам EN 1992-1-1 [6] до профілю арматури, яка може застосовуватися для армування бетонних конструкцій.

Відповідно розрахунку проведеному за ДСТУ-Н Б В.2.6-185:2012 «Настанова з проектування та виготовлення бетонних конструкцій з неметалевою композитною арматурою на основі базальто- і склоровінгу.» [7], достатня мінімальна величина анкерування в бетоні складала відповідно розрахунку 185мм, що було підтверджено експериментальним дослідженням, при якому стрижень не просковзнув у бетоні, а розрушився при прикладеному навантаженні 4470 кг між бетонним циліндром та стаканом-анкером.

Також був проведений експеримент з довжиною анкерування в бетоні 85мм, яка відповідно розрахунку є недостатньою, що і підтвердив проведений експеримент. Довжина анкерування 285мм була узятя із запасом, стрижень

розрушився при прикладеному навантаженні 4580 кг між бетонним циліндром та стаканом-анкером.

Діаграми залежності "напруження зчеплення- зсув" для зразків склопластикової та металевої арматури. Діаграми залежності "напруження зчеплення- прослизання" для зразків склопластикової та металевої арматури.

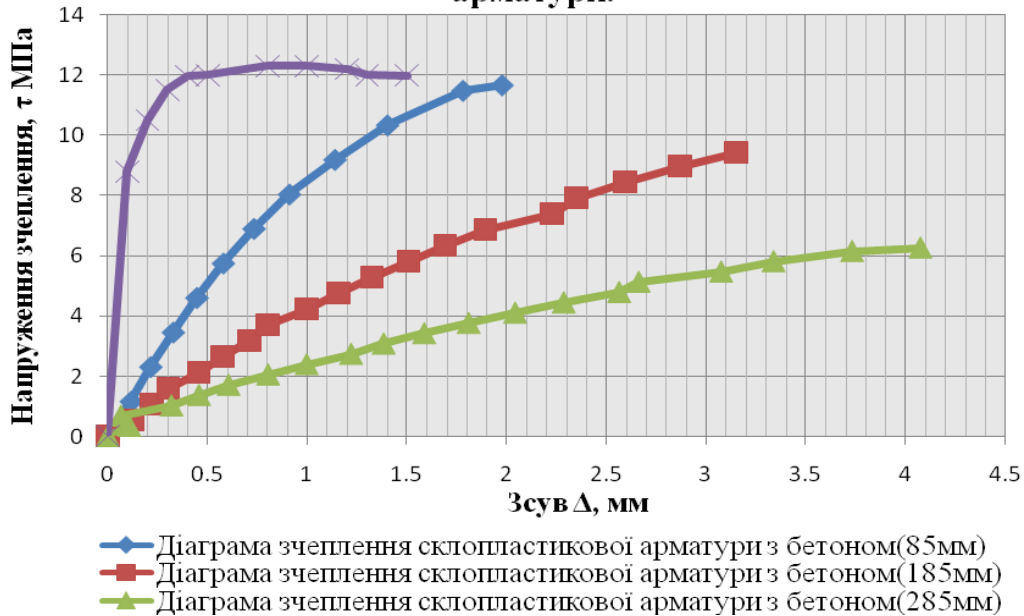


Рисунок 2 порівняння діаграм залежності "напруження зчеплення- зсув" для зразків склопластикової та металевої арматури.

Висновки

1. У роботі були запропоновані нові конструкції захватів, а також кріпінних втулок для розривної машини і проведено їх дослідження при застосуванні для випробувань склопластикових стрижнів. Для різних схем закріплення зразка в захватах випробувальної машини були отримані значення міцності при розтягуванні від 881 до 1030 МПа. В деяких випадках руйнування зразків відбувалося по краю захвата, отже, істинна межа міцності не була досягнута. У ході подальшої роботи було встановлено експериментальним шляхом, що для випробувань склопластикової арматури на розтяг є найкращою схема з анкерними уширеннями методом роз'єднання кінців та введенням клину.

2. Підтверджено адекватність значення модуля пружності склопластикової арматури при випробуванні її на розрив. Розбіжність між теоретичними та експериментальними даними складає 0,2%. Відносноповдження при руйнівному навантаженню складає теоретичне - $\epsilon_{в теор} = 0,0187$, експериментальне $\epsilon_{в експ} = 0,0186$.

3. Статистична обробка теоретичних даних та результатів дослідження напружень зразка при розриві показала, що їх розбіжність складає 2,06%.

4. Статистична обробка теоретичних даних та результатів дослідження деформацій зразка при розриві показала, що їх розбіжність складає 4,61%.

5. Параметри зчеплення з бетоном склопластикової арматури дозволяють використовувати для розрахунку анкерування цієї арматури в бетоні загальні залежності із ДБН В.2.6-98:2009 [8].

6. Проведений розрахунок за ДСТУ-Н Б В.2.6-185:2012 «Настанова з проектування та виготовлення бетонних конструкцій з неметалевою композитною арматурою на основі базальто- і склоровінгу.» [7] дозволяє точно визначити необхідну довжину анкерування в бетоні і оснований він на розрахунку для металеві арматури, зі зміненими параметрами.

7. Зовнішній вигляд кривих залежностей напруження зчеплення-деформації зсуву для склопластикової арматури періодичного профілю відповідає аналогічній кривій для сталеві арматури традиційного періодичного (серповидного) профілю.

8. Отримані контрольовані експериментальні значення напружень зчеплення для склопластикової арматури задовольняють вимогам EN 1992-1-1 [6] до профілю арматури, яка була заанкерена у бетоні на різну довжину.

9. Була виконана обробка отриманих експериментально діаграм залежності "напруження зчеплення- прослизання" для зразків склопластикової арматури та виведені рівняння, які відображають їх математичний розподіл, за допомогою яких можна визначити напругу зчеплення зразка у будь-якій точці.

Список використаних джерел

1. Першаков В. М., Барашиков А. Я., Калішенко М. М. Будівельні конструкції. Залізобетонні конструкції. Навчальний посібник. - К.: НАУ, 2001 - 196 с.

2. Композитная неметаллическая арматура для строительных конструкций / В. Ф. Степанова, Т. М. Красовская, С. В. Шахов, В. В. Беленчук // Материаль в другой международной конференции: «Бетон и железобетон - пути развития». - М.: 2005, - Том 5 - С. 476-482.

3. Експериментальні дослідження на випробування зчеплення композитної базальтопластикової і склопластикової арматури з бетоном балковим методом RILEM/CEB/FIP.

4. ГОСТ 12423-66 Пластмасы. Умови кондиціонування й іспиту зразків (проб).

5. ГОСТ 28840-90 Машини для випробування матеріалів на розтяг, стиск і вигин. Загальні технічні вимоги.

6. ДСТУ-Н Б EN 1992-1-1:2010. Єврокод 2. Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 1-1. Загальні правила і правила для споруд (EN 1992-1-1:2004, IDT).

7. ДСТУ-Н Б В.2.6-185:2012 «Настанова з проектування та виготовлення бетонних конструкцій з неметалевою композитною арматурою на основі базальто- і склоровінгу.»

8. ДБН В.2.6-98:2009 «бетонні та залізобетонні конструкції».

Наукове видання

Сучасні технології та досягнення інженерних наук в галузі гідротехнічного будівництва та водної інженерії: збірник наукових праць. – Херсон: ДВНЗ "ХДАУ", 2019. – 136 с.

Научное издание

Современные технологии и достижения инженерных наук в области гидротехнического строительства и водной инженерии: сборник научных трудов. - Херсон: ГВУЗ "ХГАУ", 2019. - 136 с.

В оформленні збірника наукових праць прийняли участь:
Шапоринська Н.М., Ладичук Д.О., Волочнюк Є.Г.

Формат А4
Гарнітура Times New Roman
Умовних друкованих аркуша 8,50