

УДК 627.8, 504.056, 504.062

І.В. Панасюк, А.І. Томільцева

¹Київський національний університет технологій та дизайну, Київ**ГІДРОДИНАМІЧНА НЕБЕЗПЕКА – ШЛЯХИ З ЇЇ УПЕРЕДЖЕННЯ**

У статті наведено приклади аварій на гідротехнічних спорудах світу, обґрунтовано заходи щодо забезпечення гідродинамічної безпеки. Висвітлено напрями, методологічні підходи до забезпечення безпеки гідротехнічних споруд, на етапах проектування, будівництва, експлуатації, моніторингових досліджень. Наведено результати наукових досліджень з підвищення надійності гідротехнічних споруд, вирішення цієї проблеми в перспективі.

Ключові слова: гідротехнічна, споруда, упередження, гідродинамічна, небезпека, дослідження, проектування, будівництво, експлуатація, моніторинг.

Постановка проблеми.

Гідродинамічна небезпека може бути спричинена наявними гідротехнічними спорудами, що підпорядковані міністерствам та відомствам різних галузей економіки України або перебувають в оренді чи приватній власності громадян, є наявними або потенційно можливими чинниками, що створюють небезпеку життєво важливим інтересам нашої країни. Це постійно потрібно мати на увазі для забезпечення безпеки життєдіяльності, запобігання виникненню негативних наслідків, пов'язаних із будівництвом або реконструкцією водних об'єктів для прийняття правильних рішень у разі раціонального використання водно-земельних ресурсів та виконання робіт із природо-водоохоронних заходів.

Аналіз сучасних досліджень і публікацій.

Аналізуючи інформацію щодо найбільших аварій гідротехнічних споруд слід згадати про руйнівні наслідки гідродинамічної небезпеки [1]. Аварія на греблі Вайонт в Італії, що сталася 9 жовтня 1963 року, коли у водосховище об'ємом 0,169 км³ обвалився гірський масив об'ємом 0,24 км³, що призвело до переливу через греблю 5,0 млн. м³ води. Водяний вал заввишки 90 м за 15 хвилин змив декілька населених пунктів, що призвело до загибелі понад 2 тис. людей. Причиною зсуву стало підняття рівня ґрунтових вод внаслідок будівництва греблі Прорив греблі Тирлицького водосховища у Білоріцькому районі Башкортостану, що 7 серпня 1994 року спричинив скид 8,6 млн. м³ води. Внаслідок цього у зоні затоплення опинилося 4 населених пункти, 85 житлових будинків було повністю зруйновано, 200 будинків – частково. Під час затоплення загинуло 29 людей, 786 людей залишилося без притулку. Руйнування 7 захисних

дамб під час великого паводку 18 серпня 2002 року у районі німецького міста Віттенберг на річці Ельбі, коли водяна хвиля ринула на місто, терміново було евакуйовано 40 тис. людей, 19 мешканців загинуло, 26 людей зникло без вісті; прорив 150-метрової греблі ГЕС біля міста Пасні внаслідок потужної зливи 11 лютого 2005 року у провінції Белуджистан на південному заході Пакистану. Внаслідок цього було затоплено декілька селищ, понад 135 людей загинуло. Прорив греблі під час будівництва ГЕС «Киадаг» після різкого підйому рівня води 5 жовтня 2007 року на річці Чу в провінції Тханьчоа у В'єтнамі. У зоні затоплення опинилося 5 тис. будинків, 35 людей загинуло; 17 серпня 2009 року на Саяно-Шушенській ГЕС сталася аварія [2], в результаті якої загинуло 77 чоловік, 17 чоловік вдалося врятувати. Було повністю зруйновано 2-ий гідроагрегат ГЕС і частково зруйновано машинний зал. Крім того, сильного пошкодження зазнали 7-ий та 9-ий гідроагрегати. Всього ГЕС складається із 10 гідроагрегатів, що перетворюють кінетичну енергію потоку води в електроенергію. В результаті було зупинено, затоплено та зруйновано будівлю машинного залу. Після аварії у ріку вилилося до 10 тон трансформаторного масла й утворилася масляна пляма завдовжки десятки кілометрів, зафіксовано масову загибель сотень тон риби.

Окрім зазначеної інформації розглядається: наслідки гідродинамічної небезпеки на стані екологічних систем [3], гідрологічна складова з прогнозування паводкового стоку [4], математична модель з моніторингу стану гідротехнічних споруд щодо захисту польдерних систем від затоплення та підтоплення [5].

В Україні відома техногенна аварія на Стебликівському хімкомбінаті у 1983 році [6], коли у ріку Дністер вилилось 4,5 млн. тон високомінералізованих вод з концентрацією солей 240 грамів на літр. У Дністровське водосховище потрапило майже 600 тис. тон хлоридів. На кінець

1983 року на дні цього водосховища, що акумулює забруднення із регіонів вище за течією, накопичилось 228 тис. тон хлоридів. Упоратися з наслідками хімічної аварії намагалися використовуючи насосну установку, якою з дна водосховища піднімали хлориди, розмішували їх з водою та у допустимих дозах скидали у нижній б'єф.

Слід зазначити, що заповнення Дністровського водосховища [7] розпочалося у кінці 1981 року, а до позначки НПР воно заповнилося у жовтні 1987 року. Отже Дністровське водосховище стало на заваді розповсюдженню забруднення нижче за течією річки від греблі водосховища. У цьому слід зазначити його позитивне екологічне значення під час цієї техногенної аварії. Проте є екологічні проблеми впливу Дністровського комплексного гідровузла на екологічний стан басейну Дністра нижче за течією від буферного водосховища, з якого забирається вода у верхове водосховище для роботи гідроагрегатів Дністровської ГАЕС. Ці комплексні екологічні проблеми потрібно досліджувати повсякчасно: під час поступового введення в дію гідроагрегатів і після введення на повну потужність Дністровської ГАЕС.

Вище зазначені проблеми також ускладнюються тим, що басейн Дністра є паводкобезпечним [8]. Це підтверджується паводком, що відбувся влітку 2008 року на заході України внаслідок інтенсивних грозових дощів та різкого підняття рівня води в річках басейну Дністра. Цей паводок названо стихійним лихом і вважають найбільшим в історії Західної України в останні 60 років. Під час паводку постраждали території Карпатських гір, Прикарпаття та Закарпаття. Найбільше постраждали населені пункти у долинах річок Дністер і Прут. 31 липня 2008 року Верховною Радою України було оголошено зонами надзвичайної екологічної ситуації терміном на 90 днів на території 6 областей України: Львівської, Івано-Франківської, Тернопільської, Чернівецької, Закарпатської та Вінницької. Також постраждали південні райони Хмельницької області. Загинуло 30 людей, з них 6 – діти. Після піку повені, 28 липня 2008 року, на територіях Львівської, Закарпатської, Тернопільської, Чернівецької та Івано-Франківської областей було підтоплено 40 тис. 601 житловий будинок, 33 тис. 882 га сільськогосподарських угідь, пошкоджено 360 автомобільних і 561 пішохідний міст, розмито 680, 61 км автомобільних доріг. Загальні збитки від паводку оцінено на 3 – 4 млрд. грн. Окрім західних областей України від повеней постраждали сусідні регіони Молдови, Румунії, Словаччини та Угорщини. Причинами руйнівних наслідків цього паводку, за висновком

багатьох українських екологів, була масова вирубка лісів у Карпатах. На нашу думку для запобігання катастрофічних паводків у цьому регіоні потрібні комплексні водогосподарсько-екологічні заходи, а саме: будівництво протипаводкових водосховищ (можливо й тимчасових протипаводкових ємкостей); заходи з ландшафтної реконструкції, рекультивації гірських і передгірних територій; насадження широколистяних лісів на Карпатських горах у басейнах річок Дністер, Сирет, Прут, Тиса; відновлення діяльності управлінь експлуатації гірських річок та укомплектування їх відповідною технікою та механізмами, що підтримуватимуть у належному стані русла річок, вчасно розчищаючи їх від наносів, заростей дерев і кущів. Слід зазначити, що сучасні однобічні заходи з ліквідації наслідків шкідливої дії паводків шляхом берегоукріплення, відбудови та нарощування гребенів дамб обвалування бажаних позитивних результатів не дають. Кошти витрачаються поспіхом від паводку до паводку, а заходи з ліквідації вищезазначених причин виникнення катастрофічних паводків залишаються без уваги.

Виклад основного матеріалу

Актуальність та необхідність такої важливої проблеми, як безпека гідротехнічних споруд наголошена у статті 7 Закону України «Про основи національної безпеки України», де серед загроз національним інтересам і національній безпеці України зазначено загострення техногенного стану гідротехнічних споруд каскаду водосховищ ріки Дніпро [9].

Це твердження й тепер є безперечним, зважаючи на важливість гідротехнічних споруд, побудованих від 59 до 38 років тому на дніпровському каскаді водосховищ.

Аналіз аварій та гідродинамічна небезпека у країнах світу та в Україні, обґрунтування необхідності розроблення заходів щодо їх запобігання. На прикладі результатів дії антропогенних та природних впливів необхідно дослідити найбільш дієві напрями вирішення зазначених проблем в Україні.

Результатами наукових досліджень з гідродинамічної небезпеки та шляхів її упередження є висвітлення антропогенного впливу внаслідок будівництва різних типів гідротехнічних споруд, що входять до комплексу споруд, призначених для використання природних ресурсів з метою забезпечення галузей економіки України водними, гідроенергетичними, біологічними ресурсами тощо. Разом з цим на часі є вирішення проблеми покращення стану земельних та інших ресурсів за умов їх охорони та раціонального використання.

Для забезпечення безпеки навколишнього природного середовища в ДБН А.2.2-1-2003 встановлено порядок розроблення матеріалів оцінки впливів на навколишнє природне середовище (ОВНС) при проектуванні та будівництві підприємств, будинків і споруд [10]. Передбачено визначення доцільності та прийнятності запланованої діяльності й обґрунтування комплексних запобіжних заходів. Використання ОВНС у схемі інвестиційного процесу будівництва передбачено на стадіях: *передінвестиційних досліджень* (складання короткої ОВНС до матеріалів вибору і відведення земельної ділянки, складання ОВНС у складі *ТЕО інвестицій*); *проективання* (виконання ОВНС у повному обсязі та її комплексна державна експертиза); *будівництво* (реалізація заходів згідно з матеріалами ОВНС); *експлуатація* (оцінка ефективності природоохоронних і захисних заходів згідно з ОВНС, їх уточнення та *післяпроектний аналіз* у разі необхідності) [10].

На стадії *передінвестиційних досліджень* визначається стан об'єкту дослідження, господарська доцільність, рівень антропогенного навантаження, вплив на природні ландшафти, рівень освоєності земельних угідь, їх стан, вплив на водні об'єкти та якість водних ресурсів.

Аналіз зібраної інформації, рекогносцирувальні та комплексні дослідження дають можливість зробити оцінку стану об'єкту дослідження, якості води в ньому, переробки та підтоплення берегів, зробити прогностичну оцінку розвитку шкідливої дії вод внаслідок запроєктованих заходів і запропонувати заходи щодо зменшення негативних наслідків з їх еколого-економічною оцінкою.

На стадії *проективання* основними вимогами до гідротехнічних споруд є відповідність проектних рішень будівельним нормам і правилам, що встановлюється під час експертизи проектної документації. У складі *проектної документації* щодо будівництва та експлуатації гідротехнічних споруд розробляються комплексні заходи із запобігання виникнення небезпечних ситуацій та реагування на них.

Під час *будівництва* гідротехнічних споруд необхідним є здійснення будівельномонтажних та інших робіт згідно з проектною документацією, будівельних норм і правил, забезпечення безпеки споруд та їх охорони.

Основними вимогами *під час експлуатації* гідротехнічних споруд для забезпечення їх безпеки є такі: здійснення робіт і режимів експлуатації згідно з проектом, нормативних документів, законодавства; забезпечення заданого режиму наповнення та спрацювання водосховищ; забезпечення утримання в технічно справному стані

споруд і встановленого на них обладнання; запобігання надзвичайних ситуацій, оперативне реагування та своєчасна ліквідація наслідків у разі їх виникнення.

Моніторинг (спостереження) за технічним станом гідротехнічних споруд. Основними завданнями моніторингу гідротехнічних споруд є: виконання систематичних візуальних спостережень за станом гідротехнічних споруд; виконання періодичних інструментальних вимірювань; оброблення та аналіз отриманих даних, систематизація й узагальнення матеріалів спостережень; своєчасне виявлення пошкоджень та аварійного стану споруд, визначення обсягів і термінів необхідних ремонтних робіт; розроблення заходів з удосконалення або реконструкції споруд для підвищення їх стійкості та надійності; визначення необхідності встановлення спеціальних спостережень.

Для забезпечення підтримання нормального стану гідротехнічних споруд експлуатуючі організації мають дотримуватися порядку організації проведення обстежень їх технічного стану. На основі результатів цих обстежень здійснюється оцінка технічного стану гідротехнічних споруд та їх конструктивних елементів; складається план заходів з поліпшення технічного стану гідротехнічних споруд; здійснюються заходи з підтримання нормального стану гідротехнічних споруд з метою упередження виникнення аварійних ситуацій.

Наприклад, найбільш важливими та технічно складними є гідротехнічні споруди Дніпровських ГЕС та ГАЕС і Дністровських ГЕС та ГАЕС, на яких за наказами Міністерства палива та енергетики України робочими групами міжвідомчої комісії періодично виконуються обстеження гідротехнічних споруд та обладнання гідроелектростанцій.

Внаслідок цих обстежень зазначається, що стан гідротехнічних споруд задовільний та фактичні геотехнічні та водо господарські показники відповідають проектним вимогам. В узагальнюючому висновку Міжвідомчої комісії зазначається, що гідротехнічні споруди та обладнання, що входять до складу напірного фронту гідровузлів, перебувають у працездатному стані, відповідають вимогам проекту та технічним умовам і можуть виконувати своє функціональне призначення в проектних режимах. Крім цього наведено рекомендації зі здійснення конкретних заходів для подальшого підвищення надійності й безпеки експлуатації гідротехнічних споруд у проектних режимах з урахуванням сучасних вимог до безпеки та надійної експлуатації гідровузлів.

Щодо *захисних споруд на дніпровському каскаді водосховищ*, то необхідність з підвищення

надійності зазначених гідротехнічних споруд і здійснення їх безпечної експлуатації, обґрунтовується такими даними: обвалуванням 197 тис. га та 180 населених пунктів, де проживає понад 600 тис. жителів.

Слід зазначити, що всі гідротехнічні споруди захисних масивів створюють потенційну небезпеку для населення, яке проживає на територіях, розташованих нижче рівня води біля дніпровських водосховищ. Для створення сприятливих гідрогеологічних умов на захищаних територіях постійно працюють насосні та компресорні станції, що перекачують щорічно 2 – 3 км³ води місцевого стоку. За весь період експлуатації цей об'єм становив близько 3-х повних об'ємів дніпровських водосховищ; за період експлуатації насосно-силового обладнання зазнало значного зносу, середній вік насосних агрегатів в 1,5 разів перевищив нормативний термін. Насосні агрегати внаслідок корозії і кавітації втратили надійність та значну частину потужності.

На часі стоїть питання капітального ремонту та заміни частини насосів і компресорів, що не підлягають відновленню. Необхідно обладнати насосні станції рибозахисними пристроями.

Необхідна реконструкція 30-х електропідстанцій із заміною основного обладнання та встановлення сучасної системи захисту.

Потрібна реконструкція паводкових водоскидів, що утримують натиск водосховищ та напірних трубопроводів насосних станцій. Корозія металоконструкцій становить 50-70%.

Нормативний рівень ґрунтових вод у м. Кам'янка-Дніпровська, с. Велика Знам'янка, м. Нікополь та м. Кременчук забезпечують 370 свердловин вертикального дренажу [11] необхідна їх реконструкція тому, що половина свердловин є мало дебітні, або 100 – потребують термінової заміни.

Весь мул, що змивається з території захисних масивів, продукти переробки берегів річок накопичується у підводних каналах та аванкамерах насосних станцій.

Для забезпечення стабільної роботи насосних станцій необхідно розчищення підвідних каналів в обсязі 155 тисяч м³.

Гострою є проблема захисту берегів дніпровських водосховищ тому внаслідок обстеження ділянок берегів та берегоукріплень на дніпровських водосховищах за участю авторів [12] визначено еколого-економічно обґрунтовані типи берегоукріплювальних споруд – локальних примивів з місцевих піщаних ґрунтів із застосуванням високопродуктивних засобів гідромеханізації для захисту від обвалення абразійних обвальних осипних ділянок берегів [11,

8], а саме на: правому березі Київського водосховища довжиною 5,93 км; Канівському водосховищі у районі населених пунктів і рекреаційних зон довжиною 7,8 км; на Кременчуцькому водосховищі у районі садиб, городів, орних земель, ЛЕП, пам'яток природи довжиною 31,1 км; Дніпродзержинському водосховищі у районі присадибних ділянок, орних земель, пасовищ, земель лісового фонду, гранітного кар'єру, рекреаційних зон довжиною 81 км; Дніпровському водосховищі у районі присадибних ділянок, насосних станцій, лісових угідь, рекреаційних зон довжиною 17,8 км; на Каховському водосховищі до першочергових заходів запропоновано ділянки берегу в межах населених пунктів довжиною 18 км, що попередить втрату земель площею до 200 га.

Слід зазначити, що рекомендовані нами локальні примиви з місцевих піщаних ґрунтів є економічно та екологічно доцільними порівняно з традиційно засто-совуваними типами споруд з камення та бетону. А можливість порціалних намивів на визначений термін безремонтної експлуатації, застосування енергозберігаючих технологій шляхом використання енергії вітрохвильового впливу у процесі створення берегоукріплювальної споруди, сприяє збільшенню довжини захищених берегів і створенню комфортних піщаних пляжів, що є також соціально вагомою їх перевагою [12]. Тому впровадження примивів з наявних покладів піщаних ґрунтів є можливим на всіх перспективних ділянках берегоукріплення [13].

Під час експлуатації захисних дамб обвалування територій у зоні впливу дніпровських водосховищ, особливо дамб обжатої профілю на Каховському водосховищі, постійно вирішувалися питання щодо збільшення їх надійності. Найбільш цікавим в цьому плані є забезпечення безпеки Кам'янської дамби довжиною 8,2 км та Знам'янської дамби обвалування довжиною 7,2 км, побудованих за проектом Укргідропроекту для захисту земель та населених пунктів площею 16 тис. га на території «Кам'янського поду» у Запорізькій області. Різниця позначок води у Каховському водосховищі та позначок території, що потребує захисту, на зазначеній ділянці становить від 12 м та 8 м.

На початку експлуатації цих гідротехнічних споруд для підсилення кріплень верхових укосів Знам'янської дамби (в 1957 – 1958 роках на довжині 2,6 км в об'ємі 980 тис. м³) і Кам'янської дамби (в 1958 – 1961 роках на довжині 5,5 км в об'ємі 2,5 млн. м³) було здійснено примиви з місцевих піщаних ґрунтів та будівництво (в 1964 році) системи кам'яно-накидних бун на Кам'янському примиві.

Випробуванням на міцність зазначеним заходам з посилення безпеки цих гідротехнічних споруд став шторм рідкої повторюваності у жовтні 1969 року [14], коли висота хвиль на Каховському водосховищі в районі Кам'янської та Знам'янської дамб перевищила 2,5 м (розрахункова висота хвилі 2,3 м). Візуальними спостереженнями було встановлено, що руйнування найбільш великих хвиль відбулося на зовнішньому краї примиву у віддаленні на 90–120 м від лінії урізу води. Внаслідок цього до укусу дамби хвиля надходила значно послабленою. Ушкоджень кріплення укусу Кам'янської дамби після шторму не було виявлено.

Проте Знам'янський примив, розташований на 3,0–3,5 м нижче НПР мало впливає на погашення вітрових хвиль, що надходять до укусу. Тому ушкодження кам'яного кріплення відбулися у зоні позначок 2,0 м нижче та на 1 м вище НПР. Площа окремих осередків ушкоджень укусу змінювалася від 84 м² до 480 м², де відбувся вимив фільтру та просадка каменю [12,14].

В подальшому у процесі експлуатації для підсилення стійкості верхового укусу Знам'янської дамби здійснено підсилення примиву на аварійно небезпечній ділянці від ПК 23+00 до ПК 26+50 в об'ємі 820,6 тис. м³ піску та будівництво 2 кам'яних бун на зазначених пікетах об'ємом 4368 м³.

До пропозицій з підвищення сталості кріплення напірних укусів захисних дамб на перспективу потрібно визначити такі: продовження робіт із підсилення сталості верхового укусу Знам'янської дамби та здійснення примиву піску на ділянці від ПК 26+50; відновлення робіт з омонолічування полімерними матеріалами мостіння верхових укусів, ефективність яких підтверджено багаторічною експлуатацією; звернути увагу експлуатуючої організації на підсилення штату з догляду за технічним станом захисних дамб та придбання необхідної техніки для здійснення поточних робіт з ремонту та експлуатації укусів і парпетів захисних дамб обвалування та укріплення їх гребенів, що використовуються як дороги державного та місцевого значення.

У 2012 році Верховною Радою України затверджено Загальнодержавну цільову програму розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення басейну ріки Дніпро на період до 2021 року. У Програмі передбачено шляхи і способи розв'язання проблеми за 2 етапами – 2013 – 2016 роки та 2017 – 2021 роки [15].

Завданнями Програми щодо питань з *упередження гідродинамічної небезпеки* є: будівництво, реконструкція та капітальний ремонт гідротехнічних споруд, захисних протипаводкових дамб, берегоукріплювальних споруд, розчищення та регулювання русел річок і водойм; будівництво

акумулювальних протипаводкових ємностей у гірських та рівнинних частинах річок, польдерів та протипаводкових водосховищ; застосування сучасних методів спостереження та прогнозування паводків, своєчасне, достовірне інформування населення та підприємств щодо можливості виникнення надзвичайної паводкової ситуації, а також її наслідків; удосконалення організаційної структури водогосподарського комплексу для забезпечення захисту територій від шкідливої дії вод; у напрямі екологічного оздоровлення басейну ріки Дніпро та поліпшення якості питної води є: забезпечення екологічно безпечного функціонування дніпровських водосховищ; відродження та підтримання сприятливого гідрологічного стану річок та ліквідація наслідків шкідливої дії вод; удосконалення нормативно-правової бази та організаційної структури водогосподарського комплексу для забезпечення екологічного оздоровлення басейну річки Дніпро.

З точки зору питань, що досліджуються, виконання Програми дасть можливість: забезпечити ефективний захист територій та населення від шкідливої дії вод; мінімізувати можливі збитки, що спричиняються шкідливою дією вод; удосконалити систему державного управління водними ресурсами.

Фінансування заходів Програми здійснюється за рахунок коштів державного та місцевих бюджетів, а також інших джерел, не заборонених законом. Наприклад, у Програмі передбачено захист сільських населених пунктів і сільськогосподарських угідь від шкідливої дії вод – 1501,48 млн. грн.; на комплексний протипаводковий захист у басейнах річок: Дністра, Пруту та Серету – 5226,69 млн. грн., річки Тиса у Закарпатській області – 1835,2 млн. грн.; на екологічне оздоровлення басейну річки Дніпро та поліпшення якості питної води – 6086 млн. грн.

Зазначені кошти у разі їх вчасного надходження у запланованих обсягах має бути спрямовано на упередження гідродинамічної небезпеки, а саме на: будівництво, реконструкцію, капітальний ремонт гідротехнічних і берегоукріплювальних споруд, захисних протипаводкових дамб, забезпечення функціонування захисних гідротехнічних споруд на дніпровських водосховищах; створення та реконструкцію виробничої бази для експлуатації проти повеневих споруд; придбання технічних засобів для служби експлуатації проти повеневих споруд; проведення реконструкції споруд і введення в експлуатацію засобів для здійснення гідрометеорологічних спостережень і прогнозування водного режиму на річках і водоймах; будівництво протипаводкових ємностей у гірських і рівнинних частинах річок; протипаводкових водосховищ;

здійснення контурної меліорації на водозборах; винесення в природу (на місцевості) водоохоронних зон та прибережних захисних смуг; здійснення протиерозійних і протипаводкових заходів; виконання місцевих програм відродження малих річок і водойм; створення та реконструкцію виробничих баз для експлуатації протипаводкових споруд; підготовка експертних висновків щодо визначення гідроенергетичного потенціалу та місць для встановлення об'єктів малої енергетики; розроблення науково-технічної та нормативно-правової бази; проведення моніторингу стану навколишнього природного середовища в басейні Дніпра та забезпечення розвитку інформатизаційних систем екологічного менеджменту; створення удосконалення системи екологічної освіти; виховання та інформування громадськості, залучення громадськості до розв'язання екологічних проблем; розроблення планів заходів із відновлення водних об'єктів; видання посібників, підручників, бюлетенів, альманахів.

Висновки

1. Аналіз аварій та гідродинамічна небезпека в країнах світу та в Україні спонукає до необхідності розроблення заходів щодо їх упередження.

2. Гідродинамічна небезпека може бути спричинена гідротехнічними спорудами, що є наявними або потенційними чинниками небезпеки життєво-важливими інтересами нашої країни.

3. На прикладі результатів дії антропогенних та природних впливів висвітлено найбільш дієві напрями вирішення зазначених проблем в Україні шляхом оцінки впливів на навколишнє природне середовище на всіх стадіях інвестиційного процесу під час проектування, будівництва та експлуатації гідротехнічних споруд.

4. Висвітлено результати наукових розробок щодо заходів з підсилення напірних укосів захисних дамб на Каховському водосховищі та берегоукріплень абразійних берегів дніпровських водосховищ шляхом впровадження локальних примивів з місцевих піщаних ґрунтів із застосуванням засобів гідромеханізації.

5. Перспективні напрями з розв'язання досліджуваної проблеми, передбачені розробленою в 2012 році Загальнодержавною цільовою програмою розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення басейну ріки Дніпро на період до 2021 року.

Література

1. Крупнейшие аварии на гидротехнических сооружениях <http://www.kommersant.ru/doc/1222760>
2. Авария на Саяно-Шушенской ГЭС в августе 2009 года

<http://ria.ru/spravka/20130817/956779489.html>

3. Schoelynck J., Puijalon S., Meire P., Struyf E. Thigmomorphogenetic responses of an aquatic macrophyte to hydrodynamic stress. *Front. Plant Sci.* 6:43. doi: 10.3389/fpls. 2015. 00043

4. Determination of Threshold Runoff for Flood Early Warning in Nepalese Rivers Dilip Kumar Gautam, Khadananda Dulal, IDRiM 2012 Conference, Regular Articles, Special Issue: 2013, Vol 3, No 1.P.126-136

5. Alfonso L., R. Price Coupling hydrodynamic models and value of information for designing stage monitoring networks. *WATER RESOURCES RESEARCH*, VOL. 48, W08530, doi: 10.1029/2012 WR012040,

6. Дослідження Дністра : 10 років громадської екологічної експедиції “Дністер” / Редактор М.І.Жарких. – Львів-Київ : 1998 р. – 216 с.

7. Правила експлуатації Дністровського водосховища. Міненерго УРСР, Укргідро-проект, Харків, - 1987.

8. Паводок на заході України 2008 року

http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%BA_%D0%BD%D0%B0_%D0%B7%D0%B0%D1%85%D0%BE%D0%B4%D1%96_%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B8_2008_%D1%80%D0%BE%D0%BA%D1%83.

9. Закон України «Про основи національної безпеки України» від 19 червня 2003 .- № 964-IV, - 20 с.

<http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/964-15>

10. Державні будівельні норми. Проект-тування. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд. ДБН А.2.2-1-2003. Держбуд України, - К.: - 2004 -24 с.

11. Правила експлуатації водосховищ Дніпровського каскаду. – К.: - «Генеза», -2003. - 176 с.

12. Панасюк І.В., Томільцева А.І., Зуб Л.М. Ефективність та екологічна роль берегоукріплювальних споруд на дніпровських водосховищах. КНУТД, -К.:«Кафедра»,-2012.- 120 с.

13. Методика з проектування берегоукріплення локальними примивами з піщаних ґрунтів на водосховищах, які тривалий період експлуатуються з коливанням рівня до 2 м. – К.: Держводгосп, - УНДІВЕП,- 2003. - 74 с.

14. Томільцева А.И. Действие шторма на защитные сооружения на Каховском водохранилище, Журнал «Гидротехника и мелиорация», -М.: -№ 5, 1972.

15. Загальнодержавна цільова програма розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення басейну річки Дніпро на період до 2021 року, затверджена Законом України від 24 травня 2012 року № 4836-VI, 37 с.

<http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/4836-17>

Автор: ПАНАСЮК Ігор Васильович
Київський національний університет технологій та дизайну, Київ, доктор технічних наук, професор
E-mail: panasjk.i@knuutd.com.ua

Автор: ТОМІЛЬЦЕВА Аліна Іванівна
Київський національний університет технологій та дизайну, Київ, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, доцент
E-mail: Ivan_Tom@i.ua

ГИДРОДИНАМИЧЕСКАЯ ОПАСНОСТЬ – ПУТИ ЕЕ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ

И.В.Панасюк, А.И.Томильцева

В статье приведены примеры аварий на гидротехнических сооружениях мира, обоснованы мероприятия для обеспечения гидродинамической безопасности. Отражены направления, методологические подходы обеспечения безопасности гидротехнических сооружений, на этапах проектирования, строительства, эксплуатации, мониторинговых исследований. Приведены результаты научных исследований для повышения надежности гидротехнических сооружений, решение этой проблемы в перспективе.

Ключевые слова: гидротехническое, сооружение, предотвращение, гидродинамическая, опасность, исследования, проектирование, строительство, эксплуатация, мониторинг.

HYDRODYNAMIC DANGER – WAYS OF PREVENTION

I.V. Panasjuk, A.I. Tomiltseva

The reasons, examples and consequences of the accidents in the world hydrotechnical amenities are discussed in the article. The following analysis had been made: the analysis of the anthropogenic accident in the Steblikiv chemical complex in 1983 and the role of the Dnister storage pond in the overcoming of its consequences; the analysis of the extreme ecological situation, the reason of its appearance and damages caused by the high water in summer of 2008 in the Dnister river basin. Using the results of anthropogenic and natural influences there were taken up the questions as to the decision the above problems in Ukraine by the estimation of influences on the environment during all stages of the investment process when designing, construction and operation of hydrotechnical amenities. The time worsening of the anthropogenic condition of the hydrotechnical amenities of the Dnister storage ponds series is estimated. The results of the scientific developments as to the Kahovsk storage pond methods of dyke power bias amplification are elucidated as well as the results of the Dniper storage ponds abrasive banks strengthening using the implementation of inflows from the local light soils and hydromechanization means. Perspective directions for the problem to be investigated and provided by the Nationwide Destination Program of the waterways industry development and the Dniper river basin improvement developed in 2011 were considered.

Key words: hydrotechnical amenity, prevention, hydrodynamic danger, research, design, construction, operation, monitoring/