

ЖАСАНДЫ БҰЖЫРЛЫ ТЕЗАҒАРЛАРДЫҢ ЖАҢА КОНСТРУКЦИЯЛАРЫ**ДЖОЛДАСОВ С.Қ.¹, ЯНГИЕВ А.А.², РУСТЕМ Е.І.¹**¹М.Х. Дулати атындағы Тараз Өңірлік университеті, 080000, Тараз, Қазақстан²Ташкент Ирригация және Ауыл Шаруашылығын Механикаландыру Инженерлері институты, 100012, Ташкент, Өзбекстан

Аңдатпа. Ғылыми жұмыста гидротехникалық құрылыстар мен құрылымдарға жататын жоғарғы бьеф пен төменгі бьефті жалғастыратын жасанды бұжырлы тезағарлардың жаңа конструкцияларын ойлап табу және оларды жетілдіру мәселелері келтірілген. Бұл гидротехникалық құрылымдардың басты мақсаты біздің Оңтүстік өңірлердегі таулы аймақтардағы биіктерден үлкен жылдамдықпен ағып түскен суды төменгі бьефтерде шайылу процесстерін болдырмау және ашық каналдарда қауіпсіз гидравликалық режимді жақсарту болып табылады. Осы ретте жоғарыдан ағатын судың артық кинетикалық энергиясын арнайы жасалған жасанды бұжырлы тезағарлардың көмегімен салыстырмалы қысқа жолда тиімді сөндіру қажет. Біздің ғылыми жұмысымызда экономикалық жағынан тиімді, берік және сенімді, конструкциясының қарапайымдылығы, құрылыс тұрғысынан ұтымды және оңай жүзеге асырылатын пішінде болуы және т.б. жағдайларын ескере отырып, пайдалы модельге алынған оң шешімі бар тезағар құрылымы оларға қойылған талаптарға жауап береді деп сенеміз.

Түйінді сөздер: гидротехникалық құрылымылар, жалғастырушы құрылымдар, тезағар конструкциялары, су өткізу құрылымдары, жасанды бұжырлық, су ағыны энергиясын бәсеңдеткіш, темірбетонды тезағар, ағын энергиясын бәсеңдеткіш тезағарлар

НОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ БЫСТРОТОКОВ С ИСКУССТВЕННОЙ ШЕРОХОВАТОСТЬЮ**ДЖОЛДАСОВ С.Қ.¹, ЯНГИЕВ А.А.², РУСТЕМ Е.І.¹**¹Таразский Региональный Университет имени М.Н. Дулати, 080000, Тараз, Казахстан²Ташкентский институт Инженеров Ирригации и Механизации Сельского Хозяйства, 100012, Ташкент, Узбекистан

Аннотация. Научная работа посвящена разработке и совершенствованию новых конструкций быстотоков с искусственной шероховатостью, соединяющих верхние и нижние бьефы гидротехнических сооружений. Основное назначение этих гидротехнических сооружений - не допустить вымывания воды в нижнем бьефе, текущей с большой скоростью с высот в горных районах наших южных регионов и создать безопасный гидравлический режим в открытых каналах. В этом случае избыточную кинетическую энергию падающей сверху воды необходимо эффективно гасить за относительно короткие путь и время с помощью специально разработанных быстотоков с искусственной шероховатостью. В наших исследованиях основное внимание уделяется экономичности, прочности и надежности, простоте конструкции, рациональной и простой в реализации форме и т.д. Мы полагаем, что конструкция быстотока с положительным решением, полученным в полезной модели, с учетом обстоятельств соответствует предъявляемым к ним требованиям.

Ключевые слова: гидротехнические сооружения, соопрягающие сооружения, конструкции быстотоков, водопроводящие сооружения, искусственные шероховатости, гаситель энергии водного потока, железобетонный быстоток, быстоток гаситель энергии потока.

NEW FAST CURRENT DESIGNS WITH ARTIFICIAL ROUGHNESS

DZHOLDASOV S.K.¹, YANGIEV A.A.², RUSTEM E.I.¹

¹Taraz Regional university named after M.H. Dulati, 080000, Taraz, Kazakhstan

²Tashkent institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers, 100012, Tashkent, Uzbekistan

Abstract. Scientific work is devoted to the development and improvement of new high-speed structures with artificial roughness, connecting the upper and lower beams of hydraulic structures. The main purpose of these hydraulic structures is not to allow water to flow downstream, flowing at high speeds in mountainous areas of our southern regions and to create a safe hydraulic regime in open canals. In this case, the excess kinetic energy of the falling water from the top of the water is necessary to soak for a relatively short distance and time with the help of specially developed fast currents with artificial flow. In our research, the main attention is paid to the economy, durability and reliability, simplicity of construction, rationality and simplicity in the implementation of the form, etc. We assume that the design of the fast current with a positive solution obtained in the utility model, with account of the circumstances, corresponds to the requirements to it.

Key words: hydraulic structures, conjugating structures, structures of rapid flows, water supply structures, artificial roughness, energy absorber of water flow, reinforced concrete rapid flow, rapid flow damper of energy flow.

Кіріспе

Соңғы жылдары Қазақстанның оңтүстік өңірлеріндегі таулы аймақтарында гидромелиоративтік жүйелеріндегі су тасымалы құрылымдары өте жиі істен шыға бастады. Ағысты реттейтін гидротехникалық құрылымдар (ГТК) бұдан 30-40 жыл бұрын салынғаны бізге белгілі. Бүгінгі күні еліміздегі көптеген гидротехникалық құрылымдар коммуналдық меншік (49%) және жеке меншік (31%) иелігінде. Олардың басым бөлігіне қайта жаңғырту жұмысы жасалмаған, бұл гидротехникалық құрылымдар жөнделмей өзінің ресурсын барынша пайдаланғандықтан, қауіптілігі жоғары нысандар болып табылады [1].

Соңғы 20-25 жылда бұл гидротехникалық құрылымдарға қайта жөндеу жұмыстары жасалмағандықтан, оның құрылымдарының қауіпсіздігі мәселесі қазіргі уақытта өте өзекті мәселе болып отыр. Тезағарлы каналдардың төменгі бьефтерінде шайылу процестерінің алдын алу үшін ғалымдар жасанды бұжырлы тезағарлардың жаңа конструкцияларын ойлап табуда. Соңғы жылдары М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университетінің ғалымдары, докторанттары мен магистранттары осы бағытта жемісті еңбек етіп

келеді. Олар жалғастыру құрылымдарының жаңа конструкцияларына бірнеше патенттерге оң шешім алды. Төменде соңғы 1-2 жылда алынған пайдалы модельге өнертабыстар келтірілген. Енді осы өнертабыс алынған патенттерге «Су ресурстары» кафедрасына қарасты «Гидротехникалық құрылымдардың гидрогеологиялық және техникалық қауіпсіздігі» ғылыми-зерттеу лабораториясында алынған өнертабыс негізінде әртүрлі жасанды бұжырлы тезағарлардың модельдерін жасап ғылыми-зерттеу жұмыстарын жүргізіп жатыр.

Университет ғалымдары ойлап тапқан пайдалы модель гидротехникалық құрылымдарға жатады, соның ішінде бьефтерді жалғастыру құрылымдары болып табылады. Олар каналдардағы сулардың жоғарғы бьефтен төменгі бьефке өту кезінде, бір деңгейден екінші бір деңгейге қауіпсіз ең қысқа жолмен түсіруге арналған құрылымдарға жатады және аталған құрылымдарды тезағарлы каналдардың барлығында байланыстырушы ретінде пайдалануға болады [2]. Бізге белгілі жоғары қысымды терең суағар, оның арынды бөлігінің соңында тарылумен жабдықталған құбыр түрінде жасалған және ол пирамидалы пішінді етіп орындалған. Құбыр диаметрі бойынша биіктігі оның ширегінен артық емес жә-

не су кескіш қабырғаның көлбеу бұрышы құбыр осіндегі бойлық қабырғаға 15 градустан артық емес етіп орнатылған [3].

Бұл құрылғының ағын энергиясын төмендетудің тиімділігі төмен, себебі ағыстардың өзара айналуын қамтамасыз ете алмайды және олардың соқтығысу әсері төмен деңгейде. Сонымен қатар транзиттік учаскесінің соңында тағы да толқындар ағынның үлкен жылдамдығы салдарынан арнаның еңістерін қорғаудың қымбат тұратын құралдарын қолдануын қажет етеді. Бұл өнертабыстың ең негізгі кемшіліктеріне конструкциясының күрделілігі және оның құралдарының қымбаттығы, оның экономикалық жағынан тиімсіз екендігін аңғартады, оның құралдары істен шыққан жағдайында, оларды ауыстыруға көп уақыт және көп қаражат жұмсалады. Техникалық негізі мен қол жететін әсеріне қарай өнертабысқа жақындау болып, ағын энергиясын бәсеңдеткіш жатады. Ағын энергиясын бәсеңдеткіш – оның төменгі және бүйір қабырғалары суұрма құдықтан құралған, ол суұрма құдық жұптасқан кіріс су құбыры және ағызу каналынан тұрады, ал ені суұрма құдық енінен аз болып келеді. Ол жерде горизонтальді қалқымалы құрылғы, су өткізгіш құрылғылары арынды етіп орнатылған және оның төменгі бөлігінде саңылаулары қысымды құбырдың ішіне көлбеу жабдықталған. Ол жерде бәсеңдеткіш бойлық серпімді панель түрінде жасалады, оның бір бөлігі қатаң бекітілген, ал төменгі бөлігі қосымша салмақ құру үшін құбырлы серпімді қуыста жасалған. Сонымен қатар, құбырлы серпімді қуыс бөліктің соңынан төмен емес деңгейде орналасады, ал құбырдың жоғарғы шеті ілмек арқылы қыстырғышқа қосылады және реттелетін қарсы салмақпен төменгі ағын бағытына орнатылады. Бәсеңдеткіш серпімді болу үшін, оның төменгі деңгейден азайып кетуіне жол бермеу үшін құбырлы серпімді қуысты пенопласпен толтырылады.

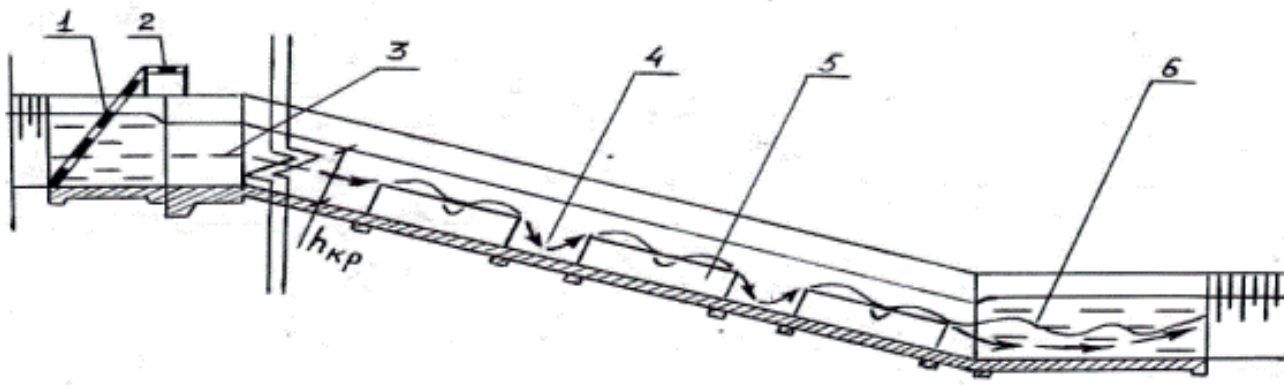
Арын бәсеңдеткіштің кемшілігіне – құрылғы конструкциялары санының көптілігі, күрделілігі және бөлшектерінің тапшылығында, яғни оларды тезағар конструкцияларына орнату үшін қажетті құрылғы бөлшектерін

дайындайтын зауыттарға жеке тапсырыс беру және оларды жасату да тиімсіз болып табылады деп ойлаймыз, себебі ол конструкцияны көпшілік су мекемелері пайдаланбайды. Сондықтан бұл арын бәсеңдеткіш экономикалық жағынан тиімсіз, конструкциясының ұзындығын қысқартқанымен, оның бөлшектерінің беріктігі жоғарыламайды, арнадағы су мөлшері мен ағын жылдамдығына тәуелділігі де өзгермейді. Тезағардағы ағын энергиясын бәсеңдеткіштің сенімсіз конструкциялары (құрылғылары), арнадағы судың жылдамдығы мен өтімі өзгеруіне байланысты үнемі тербелісті қозғалыста болады. Бұл өз кезегінде конструкцияның сенімсіз жерлерінің тез бүлінуіне алып келуі мүмкін. Көптеген құрылғыларының бірі ғана істен шықса, арнадағы қозғалыс режимі өзгереді, бұл арын бәсеңдеткіш құрылғының дұрыс жұмыс істеуіне кедергі жасай отырып, каналдың төменгі бьефінде шайылу процесі пайда болуы мүмкін. Сондықтан, бір бөлшектің бүлінуінен бүкіл арын бәсеңдеткіш тезағар құрылғысының жұмыс істеу тиімділігі төмендейді және оның қызмет ету мерзімі қысқарады [4].

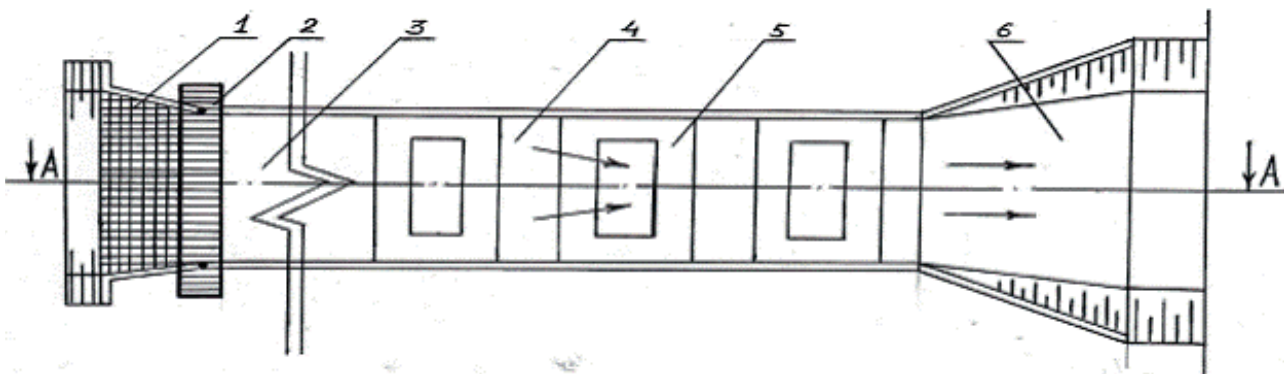
Біз осы кемшіліктерді ескере отырып, ойлап ұсынылатын өнертабысымыздың техникалық жетістіктері болып мына көрсеткіштерді айтуымызға болады: ол судың кинетикалық энергиясын бәсеңдетуге сенімді әсер етеді, конструкциясының қарапайымдылығы; темір-бетонды конструкциялар өз елімізде өндіріледі, оларды тезағарға орнату оңай болып табылады, қажет болған жағдайда оңай ауыстырылады, материал шығынының аздығы; экономикалық жағынан тиімділігі; оның жұмыс істеу сенімділігі мен оң әсер беруі және де осы құрылымның ұзақ уақыт жұмыс істеу мерзімі болып табылады. Өнертабыстың техникалық ерекше жетістікке қол жеткізілуі туралы айтатын болсақ, құрылымның кіру бөлігі алдында тасынды-қоқыс тұту торы орналасқан, ағынның арын энергиясын бәсеңдетуге арналған құрылғы-науа ұзындығының төменгі жағынан $1/3$ бөлігіндей аралықта орналасады. Оның биіктігі алмағайып тереңдікке тең, темір-бетонды конструкцияның ішкі жағы (ортасы) ашық, үш қатардан

тұрады және еңісті науа түбіне бекітіледі. Темір-бетонды конструкцияның сыртына М-50 маркалы битумды-майлы мастика жағамыз, осылайша бұл темір-бетонды конструкцияның коррозия процесіне төзімдігін арттырады. Тезағардың кіру бөлігі алдында тасынды-қоқыс тұту торы сумен ағып келген ірі тасынды-қоқыстарды ұстап қалады, ол да өз кезегінде науадағы бойлық темір-бетонды конструкциялық құрылғының қырларын тез жарамсыз болуын (кавитация) тоқтатады. Битумды-майлы мастика материалының басты артықшылығы: ол төменгі (-50°C дейін) және жоғары ($+100^{\circ}\text{C}$) температураларға төтеп бере алады. Битум мастикасы зақымдалмай және сапасын жоғалтпай жоғары ылғалдылық, жоғары немесе төмен температура жағдайларына төтеп беретіндігі үшін қазіргі кезде гидротехникалық құрылыста кеңінен қолданылып жүр. Біз сол себепті осы гидроокшаулағыш материалды өз өнертабысымызда пайдалануды жөн көрдік. Су жеткізу каналының кіру бөлігі арқылы келетін еңісті

транзитті науадан, шығу бөлігінен, шығу бөлігіндегі табандық қабырғаға орнатылған темір-бетонды ағын энергиясын бәсеңдеткіш, яғни темір-бетон сыртына М-50 маркалы битумды-майлы мастика жағылған конструкциядан тұрады. Ал осы темір-бетонды ағын энергиясын бәсеңдеткіш транзитті бөліктегі еңісті науа ұзындығының төмен жағынан $1/3$ бөлігіндегі арақашықтықта үш қатар етіп орналастырылады. Бұл ағын энергиясын бәсеңдеткіш темір-бетон конструкциялық тезағардың басқаларынан ерекшелігі: науа ұзындығының төменгі жағында табандық қабырғаға бекітілген алмағайып тереңдікке тең бойлық орнатылған су ағысына қарсы бағытта орналасуында. Бұл жерде жоғарыдан қатты жылдамдықпен еңісті транзитті науадан келіп түскен су ағыны бірінші тұрған темір-бетонды конструкцияға соқтығысады, одан соң темір-бетон конструкциядан асып түсіп ашық науа түбіне құйылады да, ағын қайта жоғары көтеріліп қабырғадан асқан соң, екінші темір-бетонды конструкция арасында су тағы



1 сурет – Су ағыны энергиясын бәсеңдеткіштің бойлық қимасы



2 сурет – Су ағыны энергиясын бәсеңдеткіштің жоспардағы көрінісі

науа түбіне түседі де, қайтадан жоғары көтеріледі. Осылайша келесі тұрған темір-бетонды конструкцияларда процесс қайталанып отырады, осы процестердің арқасында толқындар пайда болып ағын арыны бәсеңдей бастайды. Келесі темір-бетонды арын бәсеңдеткішке соқтығысып, майда ағыстарға таралады, яғни бөлінген майда ағыстар жан-жақтағы қабырғаларға тағы ұрылады, осылайша су ағынының кинетикалық энергиясы төмендейді, науада ұзына бойы толқындар пайда болады және ағыстардың жылдамдықтары кеми бастайды.

1-суретте темір-бетон конструкциялық тезағардың бойлық қимасы, ал 2-суретте темір-бетон конструкциялық тезағардың жоспардағы үстінен қарағандағы көрінісі көрсетілген. Темір-бетон конструкциялық тезағар, тасынды қоқыстарды тұтатын тордан 1, торда жиналған жүзбе заттарды алып тастауға арналған көпірден 2, кіру бөлігінен 3, транзитті бөлікті еңісті науадан 4, тезағар ұзындығының төмен жағынан 1/3 бөлігіндей арақашықтықта орнатылған темір-бетон конструкциядан 5 және науа енінен канал түбі еніне дейін кеңейген шығу бөлігі телімдерінен 6 тұрады. Бізге қажетті алмағайып биіктікте орнатылған темір-бетон конструкциялық ағын энергиясын бәсеңдеткіш сыртына битумды-майлы мастика жағылған, со-

нымен қатар олар үш қатар етіп орнатылған, осы жағдайлар біздің оң шешім алып отырған пайдалы моделіміздің жаңашылдығы болып табылады.

Біздің ойлап тапқан темір-бетон конструкциялық жасанды бұжырлы тезағарымыз былай жұмыс істейді: су – каналмен тезағардың кіру бөлігі 3 арқылы еңісті науаның 4 бойымен ағын энергиясын бәсеңдеткіштен 5 өтіп, яғни бізге қажетті үш қатар орналасқан темір-бетонды арын бәсеңдеткішке жоғарыдан аққан су қатты жылдамдықпен соқтығысады да, одан соң темір-бетон конструкциядан асып түсіп ашық науа түбіне құйылып, ағын қайтадан жоғары көтеріліп қабырғадан асқан соң, екінші темір-бетонды конструкция арасында су тағы да науа түбіне түседі де, қайтадан жоғары көтеріледі. Осылайша келесі тұрған темір-бетонды конструкцияларда процесс қайталанып отырады. Темір-бетон конструкциялық арын бәсеңдеткішке қайта-қайта соқтығысу арқасында судың жылдамдығы бәсеңдейді. Осы жағдайлардың бәрі су арынын бәсеңдетуге әсер етіп, гидротехникалық құрылымның жұмыс істеу мерзімін ұзартады және оның тиімділігін жоғарылатады.

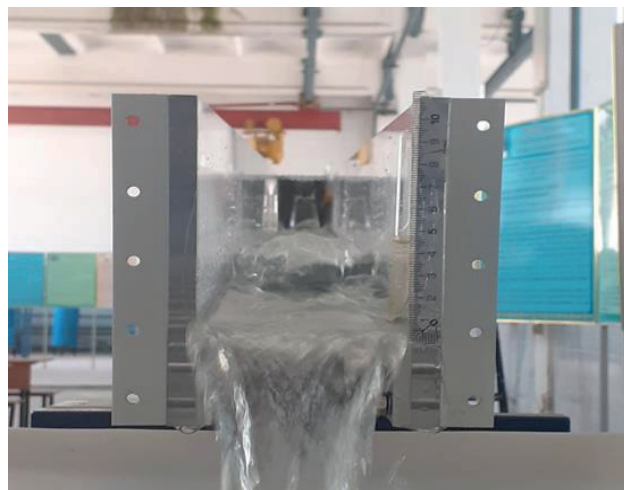
Осылайша су – науа енінен канал түбі еніне дейін кеңейген шығу бөлігі телімінен 6 алып кетуші каналға түседі. Су энергиясын төмендету, биіктігі судың алмағайып те-



3 сурет – S8-MKLL қондырғысындағы су ағыны энергиясын бәсеңдеткіштің бойлық қималық көрінісі

реңдігіне тең темір-бетонды арын бәсеңдеткіш, ағыс бағытына қарсы қойылуымен іске асырылады. Кіру бөлігі алдында тасынды-қоқыстар тұту торы 1 бойлық құбырдың жақсы жұмыс істеуі үшін ірі қоқыс-тасындыларды тұтып отырады, тұтылған жүзбе қоқыстар көпір 2 көмегімен алынып сыртқа шығарылып отырылады, науа 4 ұзындығының төмен жағынан шамамен 1/3 бөлігіндей аралығында арын энергиясын төмендетуге арналған биіктігі алмағайып тереңдікке тең, бізге қажетті өлшемді темір-бетонды арын бәсеңдеткішке 5, жоғарыдан ағып келген қатты жылдамдықты су ағынының соқтығысуы арқасында оның кинетикалық энергиясы бәсеңдейді. Себебі сол жерде қабырғаға орналасқан битумды-майлы мастика жағылған темір-бетонды арын бәсеңдеткішке соқтығысқан су ағыны майда ағыстарға таралады, бөлінген майда ағыстар жан-жақтағы қабырғаларға тағы ұрылады, толқындар пайда болады, осыған орай ағын жылдамдығының кинетикалық энергиясы төмендейді. Осы процесстердің барлығы тезағар науасының гидравликалық режимін жақсартады, сондықтан бұл тезағарға суұрма құдықты салу қажеттілігі туындамайды және қосымша шығындар азаяды. Біздің ойлап тапқан өнертабысымыздың басқа өнертабыстардан ерекшелігі мынадай: «су ағыны энергиясын бәсеңдеткіш тезағар, бәсеңдеткіш құрылғыдан және камерадан: кіру бөлігінен, транзиттік бөлігіндегі еңісті науадан және шығу бөлігінен тұратын, келесімен ерекшеленеді транзиттік бөліктен шығу аймағы басталатын жерде, биіктігі алмағайып (критикалық) тереңдікке тең, қабырғаға үш қатар етіп вертикаль бекітілген, битумды-майлы мастика жағылған темір-бетонды бәсеңдеткіштің, су ағысына бойлық бағытта орналасуында» [5].

Біздің өнертабысқа пайдалы модельге оң шешім алу негізінде М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университетінің «Су ресурстары» кафедрасының «Гидротехникалық құрылымдардың гидрологиялық және техникалық қауіпсіздігі» ғылыми-зерттеу лабораториясында S12–MKLL стендіне жоғарыда айтылған [5] өнертабысқа модель жасалып, су-



4 сурет – S8–MKLL қондырғысындағы су ағыны энергиясын төмендету процесінің көрінісі

дың кинетикалық энергиясын төмендету жұмыстарын бейне түсіру және фото суреттерге түсіру арқылы жүргіздік. Жасанды бұжырлы тезағарда жылдамдығы жоғары ағындар кезінде бұжырлығы биіктеу жерлерде толқындық айналулар және аэрация кезінде пайда болатын гидродинамикалық процестердің сапалы көріністерін қарастырдық. Сонымен қатар, біз нақты гидравликалық жағдайларды ескере отырып, лабораториялық зерттеулерде барлық спектрлерінде қолайлы гидравликалық режимге ие құрылымның максималды экономикалық тиімділігі мен сенімділігін қамтамасыз ететін жасанды бұжырлы тезағардың тиімді түрін таңдадық деп ойлаймыз [6].

Қорытынды

Жасанды бұжырлықты тезағарлар жұмысына нақты деректер алу үшін, сіздер бұрын алынған патенттелген [7-10] еңбектерді де ескергендеріңіз жөн деп ойлаймыз. Сонымен мына төмендегі суретте (4-сурет) университет ғалымдары мен докторанттарының S12–MKLL қондырғысында темір-бетонды конструкциялық жасанды бұжырлы тезағармен эксперименттік жұмыстарын жасап жатқан көріністері көрсетілген. Осы пайдалы модельге алынған оң шешім бойынша қазіргі кезде лабораториялық ғылыми-зерттеу жұмыстары жүргізілуде, нақты алынған нәтижелерімізді қорытындылап келесі еңбектерімізде көпшілікке жариялайтын боламыз.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. <https://strategy2050.kz/news/13388/>.
2. Гидротехнические сооружения под ред. Н.П.Розанова – М., изд-во «Агропромиздат», 1985. – С.259-262.
3. Авторское свидетельство №905362, кл. E02B 8/06, 1982
4. RU2647895C1., 2018.03.21г., «Гаситель энергии водного потока», Голубенко Михаил Иванович (RU)
5. Е.І.Рүстем, Е.С.Ахметов, С.Ж.Тәттібаев, Г.А.Сарбасова, М.Т. Омарбекова, А.Н. Нурлыбаева. Гаситель энергии водного потока. Патент на полезную модель №5257, (21) 2020/0453.2.
6. О.М. Айвазян. О применении усиленной шероховатости для предотвращения волнообразования на быстротоках /«Гидротехника и мелиорация». – 1968. – № 10. – С.79-84.
7. Е.І. Рүстем, Е.С. Ахметов, Б.Ш. Смаилов, Г.Д. Койшибаева, М.Т. Байжигитова, А. Н. Нурлыбаева. Габийонный быстроток. Патент на полезную модель № 4995, 28.02.20ж.
8. С.М. Койбаков, Т.Т. Утегалиев, С. Джолдасов. KZ (A) 12215. 15.11.2002, бюл.11.
9. С.К. Джолдасов, С.М. Қойбақов, К.Қ. Шилібек. Құбырлы тезағар // Инновациялық патент №27759, 26.04.12.
10. С.К. Джолдасов және т.б. Арын бәсеңдеткіш тезағар // Инновациялық патент №27760, 26.04.12.

REFERENCES

1. <https://strategy2050.kz/news/13388/>.
2. Gidrotekhnicheskiye sooruzheniya pod red. N.P. Rozanova – M .. izd-vo "Agropromizdat". 1985. - S.259-262.
3. Avtorskoye svidetelstvo No. 905362. kl. E02V 8/06. 1982
4. RU2647895C1..2018.03.21g .. "Gasitel energii vodnogo potoka".. Golubenko Mikhail Ivanovich (RU)
5. E.I. Rustem, E.S. Akhmetov, S.Zh. Tibayev, G.A. Sarbasova, M.T. Omarbekova, A.N. Nurlybayeva. Gasitel energii vodnogo potoka. Patent na poleznuyu model No. 5257. (21) 2020 / 0453.2.
6. O.M Ayvazyan. O primenении usilennoy sherokhovatosti dlya predotvrashchenii volnoobrazovaniya na bystrotokakh / "Gidrotekhnika i melioratsiya". - 1968. - No. 10. - S.79-84.
7. E.I .Rustem, E.S Akhmetov, B.Sh. Smailov, G.D. Koyshibayeva, M.T. Bayzhigitova, A. N. Nurlybayeva. Gabionnyy bystrotok. Patent na poleznuyu model No. 4995.28.02.20zh.
8. S.M. Koybakov, T.T. Utegaliyev, S. Dzholdasov. KZ (A) 12215.15.11.2002. byul.11.
9. S.K. Dzholdasov, S.M. Koybakov, K.K. Shilibek. Qubyrlly tezagar // Innovatsiyalyq patent
10. No. 27759. 04/26/12.
11. S.K. Dzholdasov zhane t.b. Aryn basendetkish tezagar // Innovatsiyalyq patent No. 27760. 04/26/12.

Information about authors:

1. Dzholdasov S.Y. – PhD, Associate Professor, Taraz Regional University named after M.H. Dulati
2. Yangiev A.A. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers, Uzbekistan
3. Rustem E.I. – PhD student, Taraz Regional University named after M.H. Dulati