Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті

6-ДӘРІС

СУДЫ МӨЛДІРЛЕТУ. АРАЛАСТЫРҒЫШТАР. ЖАПАЛАҚТАНДЫРҒЫШ КАМЕРАЛАР.

ЖОСПАР:

1. Суды мөлдірлету
2. Араластырғыштар
3. Араластырғыштар түрлері
4. Есеп үлгісі
5. Жапалақтандырғыш камералар
6. Жапалақ пайда болатын камералар түрлері
7. Есеп үлгісі
8. Қолданылған әдебиеттер

СУДЫ МӨЛДІРЛЕТУ

Суды мөлдірлету — бұл табиғи және шаруашылық-тазарту суларын өңдеу процесінің маңызды кезеңі. Ол судың құрамындағы ұсақ қалқыма және коллоидты бөлшектерді, органикалық және бейорганикалық қоспаларды жоюға бағытталған.

Мөлдірлетудің негізгі мақсаты — судың физикалық қасиеттерін жақсарту, яғни лайлылығын төмендетіп, түсін, иісін және дәмін жою. Бұл процесс кейінгі сатыларда (сүзу, зарарсыздандыру, жұмсарту, фторсыздандыру т.б.) су тазалығының жоғары деңгейін қамтамасыз етеді.

Мөлдірлету қондырғылары мен аппараттары

1. Араластырғыштар – суға коагулянт пен флокулянтты біркелкі араластыру үшін.
2. Мөлдіреткіштер немесе тұндырғыштар - суды ауыр бөлшектерден тазарту үшін қолданылады.
3. Жедел сүзгілер – мөлдірлетілген суды соңғы тазалау үшін қолданылады.

АРАЛАСТЫРҒЫШТАР

Араластырғыштар суды өңдеу процесінде реагенттердің біркелкі таралуы үшін қызмет етеді. Бұл келесі реакциялардың дұрыс жүруіне және үлпек түзілу камераларындағы процестің тиімді болуына ықпал етеді.

Араластыру тез және қысқа уақыт ішінде жүргізілуі керек — шамамен 1–2 минут. Кейде осы мақсатта реагент ерітіндісін орталықтан тепкіш сорғының сору құбырына енгізеді. Сондай-ақ реагентті сорғының қысым желісіне енгізуге болады.

Қысым құбырын араластырғыш ретінде пайдаланған жағдайда, реагент енгізілетін жер құбырдың соңынан кемінде 50 диаметр қашықтықта болуы тиіс. Бұл кезде құбырдағы судың жылдамдығы кемінде 1–1,5 м/с болуы қажет, ол ағынның турбуленттілігін қамтамасыз етіп, реагент ерітіндісінің сумен толық араласуына мүмкіндік береді.

Практикада қолданылатын араластырғыштардың түрлері:

1. *Қалқалы араластырғыш;*
2. *Тік (иірмелі) араластырғыш;*
3. *Тесікті (қалқалы) араластырғыш.*

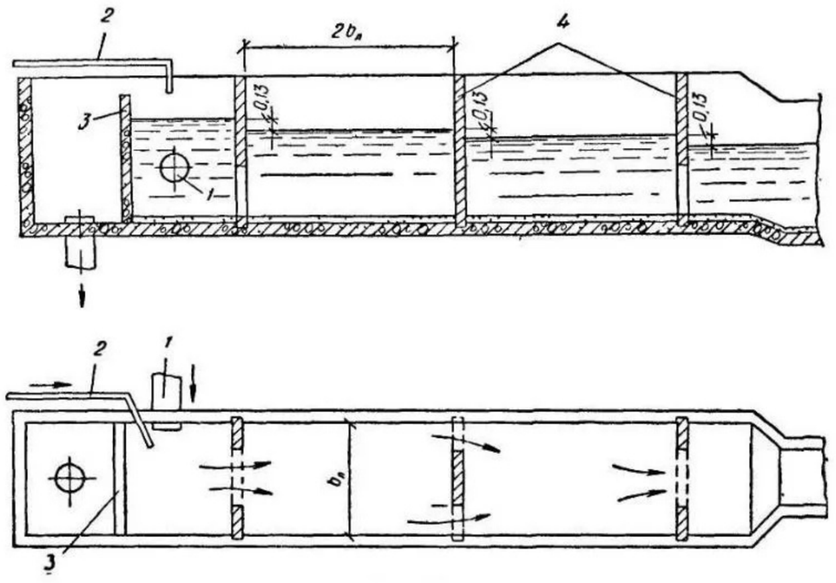
ҚАЛҚАЛЫ АРАЛАСТЫРҒЫШ

Қалқалы араластыру қондырғыларын өнімділігі 12-14 мың.м3 тәулік дейінгі су тазарту станцияларда қолданады. Бұл қондырғылар ішінде орналасқан бірнеше қалқасы бар науалар сияқты болады (1 сурет). Бірінші мен үшінші қалқаның ортасында су өететін жерді қалдыру керек. Ал екінші қалқада шет жағында орналасқан су ететін жер ойластырады. Сол қалқалардың арасынан өтерде судың қозғалыс жылдамдығы өзгеруі арқасында су коагулянтпен араласады.

Су (1) арқылы камераға енеді, ал реагент (2) арқылы енгізіледі. Камера ішінде бірнеше қалқан (4) орналасқан, олардың әрқайсысында тесіктер бар, сол арқылы су мен реагенттің араласуы жүреді.

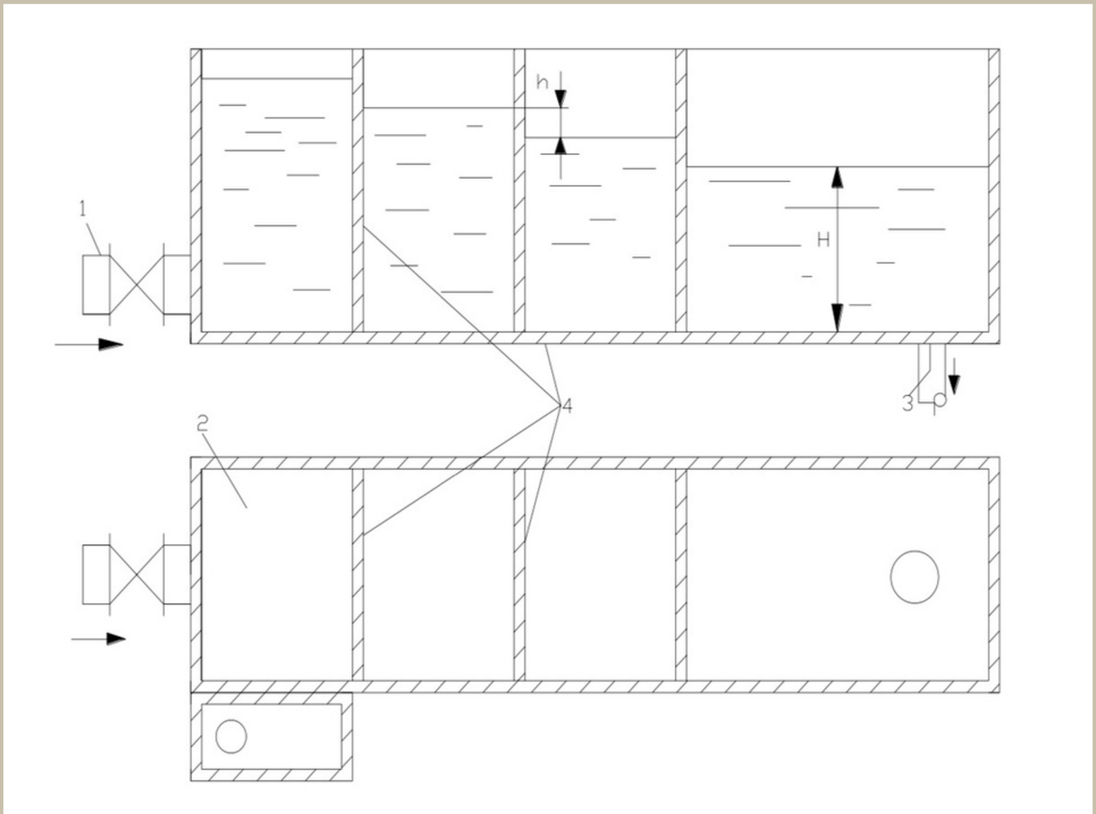
Әр қалқан арасындағы кеңістікте судың бағыты мен жылдамдығы өзгереді, соның арқасында турбулентті қозғалыс пайда болып, реагент сумен толық араласады.

Араластырылған су соңғы бөліктегі ағын төгу камерасы (3) арқылы ары қарай мөлдіреткішке өтеді.



Сурет 1. Қалқалы (тесікті) араластырғыштың схемасы
1 — су келтіру құбыры; 2 — реагент келтіру құбыры; 3 — ағынды (ағысты) төгу бөлімі/ тасып өту (перелив); 4 — қалқандар (перегородкалар)

ТЕСІКТІ АРАЛАСТЫРҒЫШ



Сурет 2. Тесікті араластырғыш
1-су әкелетін құбыр; 2-реагент қосатын орын; 3-суды әкететін құбыр; 4-тесігі бар қалқалар.

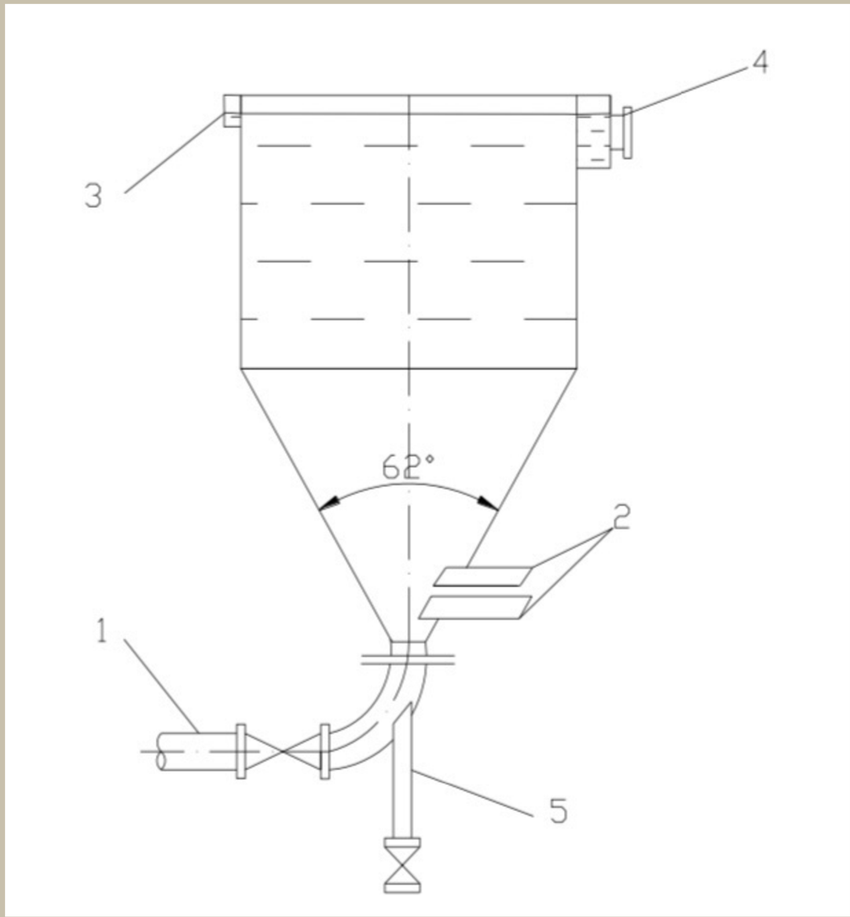
Тесікті араластырғыштардың түрі тесігі бар қалқалар орнатылған науа сияқты болып келеді (2-сурет). Бұл қондырғыларды өнімділігі 24 мың м3/тәулікке дейінгі су тазарту станцияларда қолданады. Көбінесе мұндай араластырғыштарда тесігі бар үш қалқа орнатады, шағын қондырғыларды тесіктердің диаметрі 20-40 мм және үлкен қондырғыларда 100 мм-ге дейін.

Тесігі бар қалқалар араластыруды қамтамасыз ететін себебі, тесіктен шыққан судың ағынның жылдамдығы үлкен болғасын жанындағы су қабатын тартып алады да, өзі жан-жаққа тарайды, сонда құйын тәрізді қозғалыс пайда болады. Қалқалардың тесіктерінде судың жылдамдығын 1 м/с-тең қабылдайды.

Бұл сызбада да дәл сондай тесікті араластырғыштың жұмыс принципі көрсетілген.

Су (1) құбыры арқылы араластырғыш науасына түседі, ал реагент (2) нүктесінде қосылады. Су ағыны тесіктері бар тік қалқандардан (4) өтеді. Әр қалқандағы тесіктер судың бағытын өзгертіп, ағынды турбулентті етеді — яғни су мен реагент жақсылап араласады. Соңында араласқан су (3) құбыры арқылы келесі тазарту сатысына өтеді. Мұндай құрылым реагенттердің судың көлемі бойынша біркелкі таралуын қамтамасыз етеді.

ТІК ҚҰЙЫНДЫ АРАЛАСТЫРҒЫШ



Сурет 3. Тік құйын тәрізді араластырғыштың сұлбасы
1-су әкелетін құбыр; 2-реагенттерді енгізетін түтік; 3-айналма жиынтық науа; 4-суды әкететін құбыр; 5-тұнбаны ағызатын құбыр.

Тік құйын тәрізді араластырғыш – суды және реагенттерді тиімді араластыруға арналған құрылғы. Ол тік цилиндрлі-пирамидалы пішінде жасалып, судың айналмалы қозғалысын тудырады.

Су төменнен жоғары қарай үлкен жылдамдықпен енеді де, конустық түбі мен тік қабырғалардың әсерінен айналмалы қозғалыс пайда болады. Бұл құйын су мен реагенттің араласуына мүмкіндік береді.

Ағынның турбуленттілігі (қозғалыстың бұзылыңқы сипаты) реагенттің барлық көлемде біркелкі таралуын қамтамасыз етеді.

Мысал ретінде 4 курс студенті Қадыр Салтанаттың "Табиғи суларды тазарту технологиясы" пані бойынша курстық жобасынан тесікті араластырғыштың есебі:

Тесіктердің диаметрін $d_т$ = 0,06 м-ге тең қабылдаймыз, қалқалардағы тесіктерден ағатын судың қозғалыс жылдамдығы, v_t = 1 м/с-ке тең.

Әр қалқадағы тесіктердің саны:

$$n = \frac{4q_{сек}}{\pi \cdot v_t \cdot d_0^2} = \frac{4 \cdot 0{,}073}{3{,}14 \cdot 1 \cdot 0{,}06^2} = 26 \quad (16)$$

Қалқалардағы тесіктерде арынның жойылуын мына формуламен анықтауға болады. Қабырғасының қалыңдығы b = 6 см = 0,06 м, ал $d_т/b$ = 1 және μ = 0,75.

$$\Sigma h = \frac{m \cdot v_t^2}{2 \cdot g\mu^2} = \frac{3 \cdot 1^2}{2 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}75^2} \approx 0{,}27 \text{ м} \quad (17)$$

мұндағы m – араластырғанда қалқалардың жалпы саны, 3-ке тең; μ – шығын коэффиценті.

Әр қалқадан кейінгі су деңгейінің құламасы:

$$h = \Sigma h/m = 0{,}27/3 = 0{,}09 \text{ м} \quad (18)$$

Араластырғыштың соңында науаның қимасы:

$$f_н = q_{сек}/v_н = 0{,}073/0{,}6 = 0{,}12 \text{ м}^2 \quad (19)$$

Араластырғыштың соңында су қабатының биіктігін H = 0,65 м-ге тең қабылдаймыз, сонда науаның ені b_1 = 0,12/0,65 = 0,18 м.

Қалқалардың алдында (араластырғыштың соңынан санағанда су қабатының биіктігі:

біріншінің алдында $H + h = 0{,}65 + 0{,}09 = 0{,}74$ м; (20)

екіншінің алдында $H + 2h = 0{,}65 + 0{,}18 = 0{,}83$ м; (21)

үшіншінің алдында $H + 3h = 0{,}65 + 0{,}27 = 0{,}92$ м. (22)

Әр қалқадағы тесіктің ауданы:

$$f_т = n \cdot 0{,}785 \cdot d_T^2 = 26 \cdot 0{,}785 \cdot 0{,}06^2 \approx 0{,}073 \text{ м}^2 \quad (23)$$

Тесіктердің жиынтық ауданы қалқаның жұмыс ауданынан 30%-тен аспауына байланысты қалқаның ен қажетті ауданы:

$$f_к = 0{,}073/0{,}3 \approx 0{,}24 \text{ м}^2 \quad (24)$$

Тесіктердің жиынтық ауданы қатарының суға батуын (0,1 ... 0,15 м) есепке алғанда бірінші қалқанның биіктігі $h_к$ = 0,74 – 0,12 = 0,62 м. Сол үшін араластырғыштың ені:

$$b_a = f_к/h_к = 0{,}24/0{,}62 = 0{,}39 \text{ м} \quad (25)$$

Бірінші қалқаның (араластырғыштың соңынан санағанда) ең аз жұмыс ауданы: $h_к \cdot b_a = 0{,}62 \cdot 0{,}39 = 0{,}24$ м^2

Онда тік бойынша жеті қатар әр көлденең қатарда II тесік, ал барлығы 24 ... 26 тесіктерді орналастырамыз. Тік бойынша тесіктердің өс бөлігінің қадамы:

біріншінің қалқада $e_1 = (740-100)/3 \approx 213$ мм; (26)

екіншінің алдында $e_2 = (830-100)/3 \approx 243$ мм; (27)

үшіншінің алдында $e_3 = (920-100)/3 \approx 273$ мм. (28)

Көлденең бойынша тесіктердің өс біліктердің ара қашықтығы барлық қалқаларға бірдей болып мынаған тең болады:

390/8 ≈ 49 мм.

Тесікті араластырғыштың ұзына бойы қалқалардың ара арақашықтығы араластырғыштың еніне тең қабылдайды l = 0,39 м.

Берілгені: Судың шығыны Qсағ = 262,5 м3/сағ немесе qсек = 0,073 м3/с. Тесікті араластырғышты есептеп, оның мөлшерін анықтау керек.

ЖАПАЛАҚТАНДЫРҒЫШ КАМЕРАЛАР

Жапалақтандырғыш камералар суды араластыру және ұсақ коагуляциялық бөлшектердің ірі жапалақтарға бірігуін қамтамасыз ету үшін қызмет етеді.

Жапалақтандырғыш камераларды әдетте көлденең және тік тұндырғыштардың алдына орналастырады.

Егер тұндырғыштардың орнына қалқыма тұнбалы мөлдіреткіштер қолданылса, онда жапалақтандырғыш камераларды орнату қажет емес, өйткені жапалақ түзілу процесі тікелей мөлдіреткіштің өзінде, яғни қалқыма тұнба қабатында жүреді.

Жапалақтандырғыш камераның көлемі судың онда болу уақытына байланысты есептеледі — әдетте 6–30 минут аралығында (камера түріне қарай).

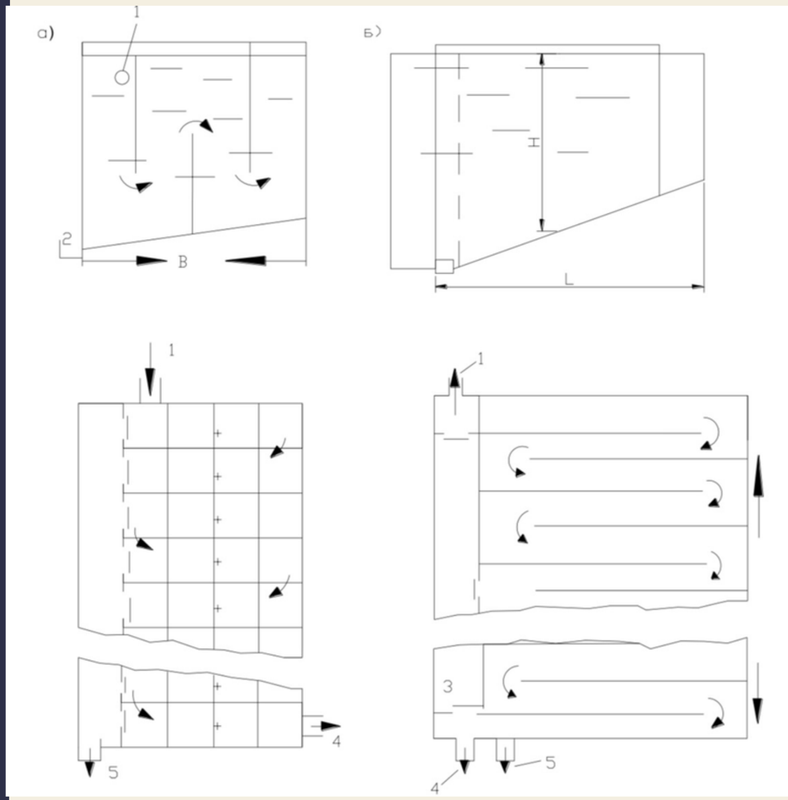
Көлденең тұндырғыштарда жапалақтандырғыш камералар қалқалармен бөлінген, яғни судың қозғалысын бағытын өзгерту арқылы араластыру жүзеге асады. Ал тік тұндырғыштарда жапалақтандырғыш су асты түтіктерімен немесе қалақшалармен біріктіріліп жасалады.

Жапалақтандырғыштан тұндырғышқа өтетін судың қозғалысы жапалақтардың бұзылмауын қамтамасыз етуі тиіс. Су қозғалысының жылдамдығы:

- *лай сулар үшін 0,1 м/с–тен,*
- *түссіз сулар үшін 0,05 м/с–тен аспауы қажет.*

Жапалақ пайда болатын камералардың түрлері: иірімді, қалқалы, құйын тәрізді және қалақты болып келеді.

Қалқалы жапалақтандырғыш камералар

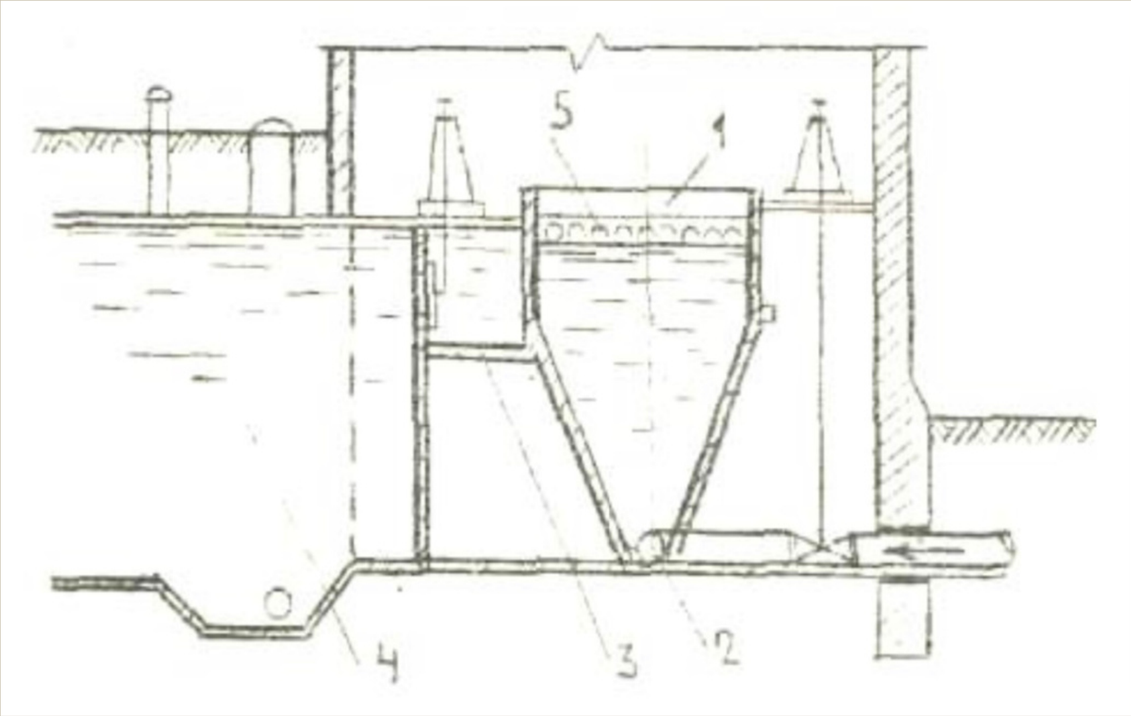


Сурет 4. Тік айналымы бар судың қалқалармен бөлінген жапалақтандырғыш камерасының сұлбасы а-тік бағытымен айналатын камера; б-көлденең бағытымен айналатын камера; 1-су әкелетін құбыр; 2-ағын; 3-айналма канал; 4-су әкететін құбыр; 5-тұнбаны ағызатын орын.

Қалқалы жапалақтандырғыш камералар судың ағысын бірнеше рет бұрып, оның бағытталуын өзгерту арқылы суды біркелкі араластыруға және ұсақ коагуляциялық бөлшектердің ірі жапалақтарға бірігуіне жағдай жасайды. Мұндай камераларда судың ағысы қалқалардың арасынан өтіп, біресе жоғары, біресе төмен қозғалады — нәтижесінде араластыру тиімді жүреді.

Қалқалы камераны өнімділігі үлкен станцияларда пайдаланады. Бұл камера калқалар арқылы бірнеше коридорларға бөлінетін тікбұрышты темірбетон резервуар сияқты болады (4.5-сурет). Камераның ішінде су көлденең немесе тік бағытымен бірінен кейін бірі қосылған коридорлармен жылжиды. Судың бірқалыпты араласуы мен жапалақ пайда болуына әсер ететін бұрылыстардың болуы.

ҚҰЙЫН ТӘРІЗДІ ЖАПАЛАҚТАНДЫРҒЫШ КАМЕРА



5- сурет. Құйын тәрізді жапалақтандырғыш камера
1-жапалақ пайда болатын камера; 2-су әкелетін құбыр; 3-үлестіруші канал; 4-көлденең тұндырғыш; 5-тесігі суға батқан жиынтық науа

Құйын тәрізді камералар өзінше жоғары қарай кеңейетін конус немесе пирамида сияқты резервуар (5-сурет). Оған су төмен жағынан кіреді де жоғары көтерілген сайын жылдамдығы төмендейді.

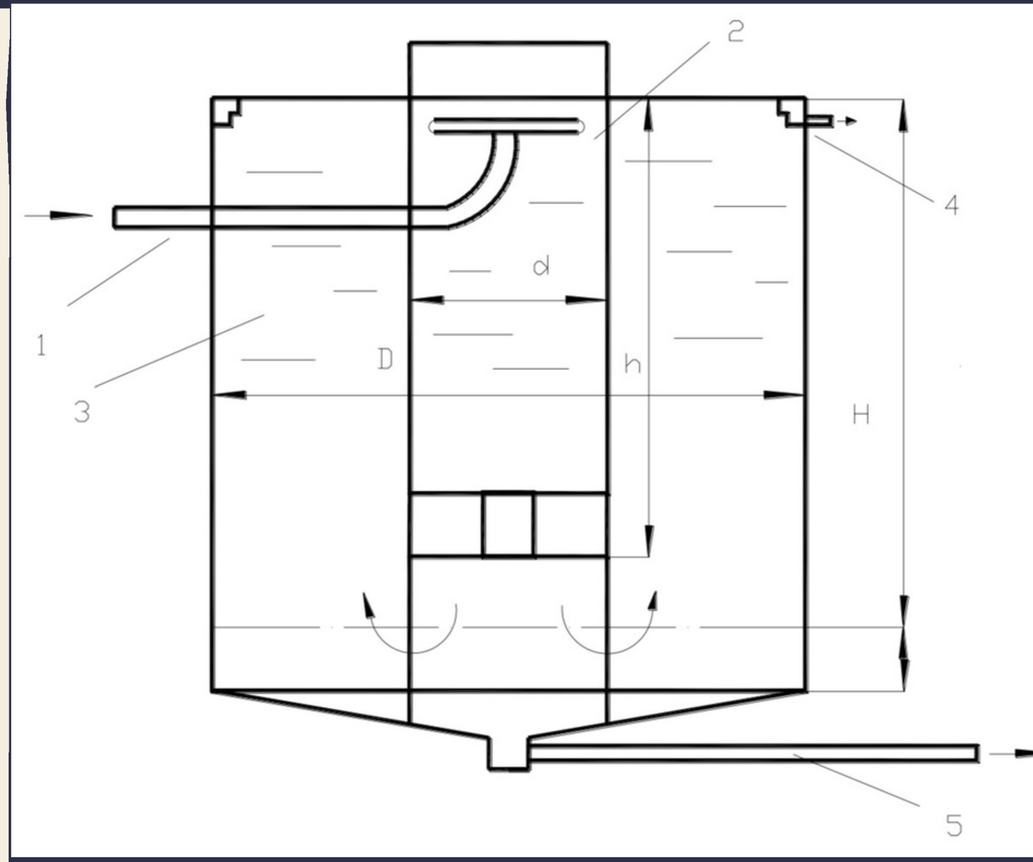
Төменнен жоғары қарай қозғалған сайын судың шеттегі қабаттары негізгі ағынға еніп, ал негізгі ағын жан-жағына тарайды. Сөйтіп камерада құйын сияқты біраз қозғалыстар пайда болады да, соның арқасында жақсы араласу процесі жүреді. Судың жоғары қарай қозғалысында жапалақтар пайда болады, олар судың қозғалысының жылдамдығы төмендеуіне байланысты бұзылмайды.

Камераның жоғары жағында су жинайтын сұйық жапқан воронка, ал үлкен мөлшерлі камераларда сұйық жапқан тесік құбыр немесе сұйық жапқан тесіктері бар науа қолданылады.

Иірімді жапалақтандырғыш камералар

Иірімді камераны өнімділігі 5 мың м3/тәулкке дейінгі станцияларда пайдаланды, оның түрі цилиндр сияқты, көбінесе тік тұндырғыштардың ортасында орналасады да, оның орталық құбырымен қосарланады (6-сурет). Реагент қосылған су камераның жоғары жағына шеті айыр сияқты құбырмен жеткізіледі. Айырдың түрі қозғалмайтын сегнердің дөңгелегі сияқты.

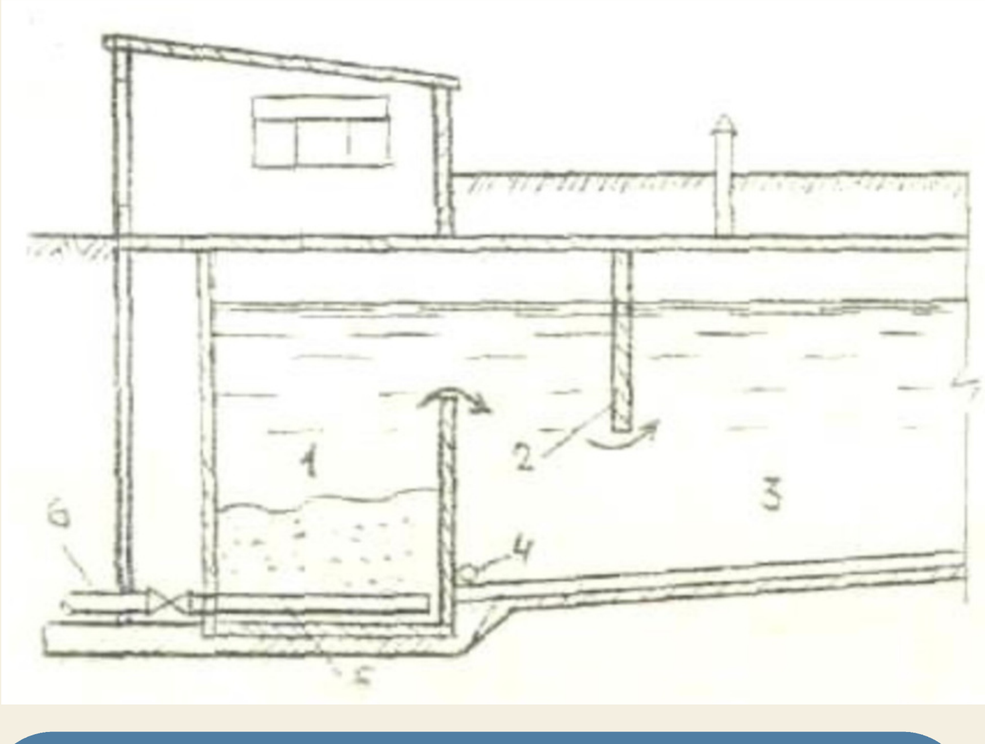
Құбырдың шетіндегі саптамадан үлкен жылдамдықпен шыққан су камераның ішінде қабырғаның бетімен айналмалы қозғалысымен жоғарыдан төменге қарай жылжиды. Сонда бұл камерада тағы да бірқалыпты арарласудың арқасында жапалақ пайда болуына жақсы жағдай жасалынады. Судың саптамадан шығатын жылдамдықтың мөлшері 2-3 м/с-ке тең. Осы жылдамдыққа байланысты саптаманың тесігінің диаметрін анықтауға болады.



6-сурет. Иірімді жапалақтандырғыш камералы тік тұндырғыштың сұлбасы

1-су әкелетін құбыр; 2-иірімді камера; 3-тік тұндырғыш; 4-су әкететін құбыр; 5-тұнбаны ағызатын құбыр.

ҚАЛҚЫМА ТҰНБАСЫ БАР ЖАПАЛАҚТАНДЫРҒЫШ КАМЕРА



7-сурет. Қалқыма тұнбасы бар жанастырылған жапалактандырғыш камера
1-жапалақ пайда болатын камера; 2-су тойтырғыш кабыргасы; 3-көлденең тұндырғыш; 4-тұнбаны ағызатын құбыр; 5-су үлестіруші құбыр; 6-су әкелетін құбыр;

Қалқыма тұнбасы бар жанастырылған жапалақтандырғыш камера (7–сурет) – суды коагуляциялау және бастапқы тұндыру процесі қатар жүретін құрылғы. Бұл камера суды тазалау станцияларында тұндырғыштардың алдында орналастырылады және судың құрамындағы ұсақ лай мен коллоидты заттарды біріктіріп, жапалақ түрінде шөгіндіге айналдыруға арналған.

Камераның жұмысы төмендегідей түсіндіріледі:

Ағын судың құрамындағы лай және коллоидты бөлшектер алдымен реагенттермен араласып, камераның бірінші бөлігіне (1 — жапалақ пайда болатын камера) түседі. Мұнда судың қозғалысы баяулап, лай бөлшектері бірігіп, іріленіп, жапалақтар түзе бастайды. Одан кейін су (2 — су тойтарғыш қабырғасы) арқылы өтіп, негізгі көлденең тұндырғыш бөлікке (3) өтеді. Бұл тұста судың қозғалыс жылдамдығы төмен болғандықтан, жапалақтар мен ауыр бөлшектер тұнба ретінде түбіне шөгеді. Тұнған лай мен шөгінділер түбіндегі 4 — тұнбаны ағызатын құбыр арқылы шығарылады. Ал тазаланған су 5 — су үлестіргіш құбыр арқылы әрі қарай өтеді, кейін 6 — су әкелетін құбыр жаңа суды камераға енгізіп отырады.

Мысал ретінде 4 курс студенті Рахым Ляззаттың "Табиги суларды тазарту технологиясы" пані бойынша курстық жобасынан қалқыма тұнбасы бар жапалақтандырғыш камерасының есебі:

Барлық камералардың ауданы

$$\Sigma F_к = \frac{Q_{сат}}{3600 \cdot \upsilon} = \frac{1500}{3600 \cdot 0{,}002} \approx 208{,}3 \text{ м} \quad (29)$$

мұндағы υ – камераның жоғарғы қимасындағы судың өрлеу ағынының жылдамдығы, м/с.

Көлденең тұндырғыштардың санына сәйкес төрт камера қабылдаймыз, сонда бір камераның ауданы

$$F_к = 208{,}3/4 \approx 52{,}075 \text{ м}^2 \quad (30)$$

Камераның ені $b_к$ = 5,6 м (тұндырғыштың еніне тең) болғанда оның ұзындығы

$$l_к = F_к/b_к = 52{,}075/5{,}6 = 9{,}3 \text{ м} \quad (31)$$

Камераның биіктігі мен арынның жойылуын есепке алып тұндырғыштың биіктігіне тең қабылдаймыз. Сонда

$$h_к = h_{түн} + h_ж = 3{,}5 + 0{,}1 = 3{,}6 \text{ м} \quad (32)$$

Камерада судың болу уақыты

$$T = \frac{h_к}{v \cdot 60} = \frac{3{,}6}{0{,}002 \cdot 60} = 30 мин \quad (33)$$

бұл уақыт СНиП-тің талабына сәйкес (t ≥ 20 мин).

Әр камераға келетін судың шығыны

$$q_к = \frac{Q_{сат} \cdot 1000}{4 \cdot 3600} = \frac{1500 \cdot 1000}{4 \cdot 3600} \approx 104{,}2 \text{ л/с} \quad (34)$$

Камераның ауданы бойынша судың тарату тесігі бар құбыр арқылы жүргізіледі. Әр камерада арақашықтығы 3 м-ге дейін екі құбыр орналасады.

Сонда, әр құбырда судың шығыны

$$q_к = q_к/n = 104{,}2/2 = 52{,}1 \text{ л/с} \quad (35)$$

Судың қозғалыс жылдамдығы υ = 0,59 м/с тең болғанда (СНиП бойынша υ = 0,5-0,6 м/с) құбырлардың диаметрін Д = 300 мм-ге тең қабылдаймыз.

Диаметрі 15-25 мм тесіктердің ауданы тарату құбырдың көлденең қимасының ауданынан 30-40 %-на тең

$$\Sigma f_{тес} = 0{,}4 \frac{\pi Д^2}{4} = 0{,}4 \frac{3{,}14 \cdot 0{,}3^2}{4} \approx 0{,}028 \text{ м}^2 \quad (36)$$

Диаметрі $d_{тес}$ = 25 мм, ауданы $f_{тес}$ = 0,000491 м² тесіктерді қабылдаймыз. Сонда әр құбырда тесіктердің саны

$$n = 0{,}028/0{,}00049 \approx 57 \quad (37)$$

Тесіктерді екі қатар мына арақашықтығымен орналастырамыз.

$$e_0 = l_к/n = 9300/57 = 163 \text{ мм} \quad (38)$$

мұндағы $l_к$ – камераның ұзындығы, мм.

Суды камерадан көлденең тұндырғышқа суға батқан суағардың бетімен апарады. Суағардың қабырғасының жиегін тұндырғыштағы судың деңгейінен мына мағынаға төмен орналастырады

$$h_c = \frac{q_к}{v_c \cdot b_к} = \frac{0{,}029}{0{,}05 \cdot 5{,}6} \approx 0{,}104 \text{ м} \quad (39)$$

мұндағы v_c – суағар арқылы судың қозғалыс жылдамдығы 0,05 м/с-ке тең.

Берілгені: Су тазарту станциясының өнімділігі Qтәул= 33256 м3/тәул. немесе Qсағ=1386 м3/сағ. немесе qсек=289,4 л/с.

Қолданылған әдебиеттер

1.Мырзахметов М.; Тоғабаев Е.Т. Суды тазалау техникасы мен технологиясы.ҚазҰТУ, 2010- 190б

2. Сомов М.А., Журба М.Г. Водоснабжение т.2-М.: Изд. АСВ 2010 -544 с.

3. Кожинов В.Ф. Очистка питьевой и технической воды. Примеры и расчеты. – М.: Стройиздат, 1971-303 с.

4. Николадзе Г.И. Технология очистки природных вод. – М.: Высшая школа, 1987 – 479 с.