

СИСТЕМА ГИДРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ОТСТОЙНИКОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Р. Ш. Исмаилов, М. А. Гаджиев, У. В. Алимарданбейли

Азербайджанский Университет Архитектуры и Строительства

Азербайджанский Государственный Нефтяной и Промышленный Университет

ул. Айны Султановой, 5, г. Баку, AZ 1073, Азербайджан. E-mail: uzeyir_@mail.ru

Разработаны системы гидромеханической очистки отложений из отстойников промышленных стоков. Приведены схемы очистки существующего скребкового транспортера первичного отстойника, обследование эксплуатации которого показало их ненадежную работу, связанную, прежде всего, с частым выходом из строя скребков, цепей и, как следствие, большим объемом трудоемких ремонтных и наладочных работ. В этой связи, взамен скребкового транспортера предложен гидромеханический способ очистки секций первичного горизонтального отстойника. Предлагаемый способ очистки представляет собой центральный трубопровод, на котором на расстоянии одного метра один от другого расположены ответвления, где под углом 33° ко дну секции установлены насадки. Шаги ответвлений и насадок выбираются с таким расчетом, чтобы зоны действия неослабленных бойных струй прикрывали друг друга и по длине, и по ширине секции отстойника. Предложенная система гидромеханической очистки отличается от существующей (скребкового транспортера) высокой степенью эффективной очистки, экономичностью, надежностью и не требует больших затрат в эксплуатации.

Ключевые слова: отстойник, сточная вода, взвешенные частицы, гидромеханическая очистка, напорный трубопровод, насадки, скребковый транспортер, очистка.

СИСТЕМА ГІДРОМЕХАНІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ ВІДСТІЙНИКІВ ПРОМИСЛОВИХ СТІЧНИХ ВОД

Р. Ш. Исмаилов, М. А. Гаджієв, У. В. Алімарданбейлі

Азербайджанський Університет Архітектури і Будівництва

Азербайджанський Державний Нафтовий і Промисловий Університет

вул. Айни Султанової, 5, м. Баку, AZ 1073, Азербайджан. E-mail: uzeyir_@mail.ru

Розроблено системи гідромеханічного очищення відкладень з відстійників промислових стоків. Наведено схеми очищення існуючого скребкового транспортера первинного відстійника, обстеження експлуатації якого показало їх ненадійну роботу, пов'язану, перш за все, з частим виходом з ладу скребоків, ланцюгів і, як наслідок, суттєвим обсягом трудомістких ремонтних і налагоджувальних робіт. У зв'язку з цим, замість скребкового транспортера запропоновано гідромеханічний спосіб очищення секцій первинного горизонтального відстійника. Запропонований спосіб очищення становить собою центральний трубопровід, на якому на відстані одного метра один від одного розташовані відгалуження, на яких під кутом 33° до днища секції встановлено насадки. При цьому кроки відгалужень і насадок вибираються таким чином, щоб зони дії неослаблених бійних струменів прикривали один одного і за довжиною, і за шириною секції відстійника. Запропонована система гідромеханічного очищення відрізняється від існуючої (скребкового транспортера) високим ступенем ефективного очищення, економічністю, надійністю і не вимагає значних витрат у процесі експлуатації.

Ключові слова: відстійник, стічна вода, завислі частинки, гідромеханічне очищення, напірний трубопровід, насадки, скребковый транспортер, очищення.

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ. В условиях научно-технической революции и бурного развития промышленных предприятий (нефтехимической, нефтеперерабатывающей, химической и др.) образуется большое количество сточных вод (промышленных стоков), являющихся основным источником загрязнения окружающей среды.

В связи с этим неотложными проблемами современности являются: необходимость строительства водоохраных объектов; внедрение бессточных систем водопотребления, жесткого контроля за промышленными сбросами; модернизация очистных сооружений; усовершенствование систем охраны водисточников от истощения и загрязнения.

Сбрасываемые в водоемы (водотоки) производственные и коммунальные сточные воды, а также естественное поступление загрязняющих веществ вносят существенные изменения в режим водных сред, нарушая при этом, в первую очередь, жизне-

деятельность растительных и живых организмов.

Заметим, что в отличие от бытовых, производственные сточные воды, в зависимости от характера технологических процессов, даже в пределах предприятий одной отрасли различаются как по составу, так и количеству.

Промышленные сточные воды в зависимости от происхождения загрязнений классифицируются на минеральные, органические, биологические и бактериологические, а от их количественного содержания – на слабо- и высококонцентрированные.

Состав и происхождение загрязнений определяют и соответствующие способы очистки производственных сточных вод – механический, химический, физико-химический и биологический [1–4].

Механическая очистка (процеживание, отстаивание, осветление и фильтрование) используется, главным образом, для предварительного извлечения из сточных вод взвешенных твердых частиц. Для

извлечения или нейтрализации органических загрязняющих веществ предварительная механическая очистка, как правило, сопровождается биохимической. Заметим, что органические вещества в присутствии кислорода и при содействии микроорганизмов, анаэробных бактерий, склонны к окислению с последующей минерализацией.

При химической очистке загрязняющие вещества выделяются из сточных вод как продукт (твердый или газообразный) реакции с образованием соответствующих комплексов между загрязнителями и реагентами, вводимыми в систему, например, процессы коагуляции или флотации.

При этом для существенного улучшения механической очистки следует предварительно проводить коагуляцию для уплотнения или обезвоживания осадка.

Осадок сточных вод – это суспензии, которые выделяются из сточных вод в процессе их механической, биологической и физико-химической (реагентной) очистки. В зависимости от типа сооружений, которые применяются для очистки сточных вод и обработки осадков, последние разделяются на следующие группы:

- грубые примеси, которые удерживаются решетками;
- тяжелые примеси (песок), который удерживаются песколовками;
- плавающие примеси (жировые вещества), которые проходят через отстойники;
- сырой осадок – суспензия, которая состоит из оседающих зависших веществ, задерживаемых первичными отстойниками;
- активный ил, который задерживается во вторичных отстойниках;
- осадок, который анаэробно сбразивается в метантенке;
- аэробно стабилизированный активный ил;
- сгущенный активный ил в сепараторах;
- уплотняющий активный ил или осадок в уплотнителях;
- обезвоженный на механических аппаратах;
- подсушенный на иловых площадках;
- термически высушенный в разнообразных сушилках.

По химическому составу осадок разделяется на три основных вида:

1. Осадок минерального состава.
2. Осадок органического состава, имеющий зольность меньше 10 %.
3. Осадок, который имеет в своем составе вещества органического и минерального происхождения, зольность таких осадков может изменяться от 10 до 60 %.

Большая часть влаги осадков находится в связанном состоянии, потому они обладают плохой влагоотдачей. Органическая часть осадков быстро загнивает, при этом увеличивается количество коллоидных и мелкодисперсных частиц, что влечет за собой дальнейшее снижение влагоотдачи.

Химический состав осадков также существенно влияет на их влагоотдачу. Соединения железа, аммония, хрома, меди, которые входят в состав производственных сточных вод, интенсифицируют процесс обезвоживания осадка и снижают затраты химических реагентов на их коагуляцию перед обезвоживанием. Масла, жиры, соединения азота, волокнистые вещества, напротив, нарушают процессы уплотнения и коагуляции, а также увеличивают в составе сточных вод содержание органических веществ в осадке, что также уменьшает его влагоотдачу. Последняя зависит во многом от размера частиц их твердой фазы. Установлено, что чем больше размеры частиц твердой фазы, тем лучшей является влагоотдача суспензии.

Искусственное или естественное изменение состава и свойств осадка также приводит к изменению его влагоотдачи. Поскольку состав очищаемых сточных вод разный, то и влагоотдача осадков выявляется разной для разных станций очистки. В этом случае важным показателем для сточных вод выступает удельное сопротивление. Это сопротивление единицы массы твердой фазы, которая откладывается на единице площади фильтра при фильтровании под постоянным давлением суспензии, вязкость жидкой фазы которой равняется 1,0. Этот параметр учитывает изменения состава и свойств осадка и позволяет выбрать методы его обработки, а также проводить соответствующие технологические расчеты.

Чем больше при уплотнении уменьшается влажность осадков, тем больше снижаются расходы на последующих стадиях обработки – механическое обезвоживание, сбразивание, термическую сушку, сжигание. Гравитационное уплотнение применяется для избыточного активного ила и сброженных осадков, и отличается простотой и экономией ресурсов. Длительность уплотнения зависит от свойств осадка и принимается от 4 до 24 часов, при этом уплотненные осадки имеют влажность 85–87 %. Для уплотнения избыточного активного ила применяют илоуплотнители вертикального и радиального типа (последние оборудованы илонасосами, или илоскребокками). В илоуплотнителях с илоскребокками уплотнение проходит лучше, поскольку происходит перемешивание активного ила, и кроме этого, эти илоуплотнители отличаются меньшей высотой сооружения по сравнению с вертикальными. Смешивание способствует лучшему образованию хлопьев и осадению ила.

Для механической очистки от осадков и механических примесей характерным является гравитационное уплотнение. Выделяют следующие основные недостатки гравитационного уплотнения: высокое содержание отделяемых взвешенных веществ в воде; влажность уплотняемых осадков большая, что вынуждает увеличивать расходы на дальнейшую обработку; при длительном уплотнении требуются большие объемы илоуплотнителей. С целью снижения этих недостатков применяют: коагуляцию, смешивание в процессе уплотнения, общее уплотнение

разных видов осадка, термо-гравитационный метод. В качестве коагулянтов применяют минеральные и органические соединения. Наибольшее снижение удельного сопротивления осадка происходит при обработке его 0,075 %-ным раствором хлорида железа (III). Обработка этим раствором осадков дает возможность вести процесс при оптимальных режимах с минимальным выносом взвешенных веществ со сливной водой. Хлорное железо вводят в осадок, который обрабатывается на стадии уплотнения, а потом непосредственно перед механическим обезвоживанием.

При этом общая доза хлорного железа, необходимая для обработки осадка малоконцентрированным раствором и последующей коагуляции, отвечает дозе хлорного железа, которая нужна для коагуляции осадка после его промывки. При обработке осадка раствором хлорного железа коагулируют и осаждаются коллоидные и мелкодисперсные вещества осадка, содержащие большое количество связанной воды. Длительность уплотнения осадков при этом сокращается с четырех до шести часов, а содержащее взвешенных веществ в сливной воде снижается до 200–600 мг/дм³. Кроме того, уменьшение объема сливной воды и длительности уплотнения значительно сокращают объемы илоуплотнителей. Небольшое количество взвешенных веществ в сливной воде и присутствие в ней непрореагировавшего хлорного железа дает возможность использовать повторно эту воду для предварительной обработки осадка.

Перемешивание с помощью стержневых мешалок или вертикальных решеток, которые закрепляются на илоскребах, укрупняет частицы осадка и быстро их осаждают. После шести часов уплотнения влажность ила уменьшается к 93,6 %. Позитивные характеристики флотационного метода уплотнения заключаются в том, что уплотнение можно регулировать путем оперативного контроля и изменения параметров. Напорные гидроциклоны применяются для классификации шламов и сгущения осадка. За счет выноса мелких и легких фракций происходит обогащение шлама железом. Шлам становится грубодисперсным, что облегчает его обезвоживание. Для сгущения активного ила и сырого осадка используют жидкостные сепараторы с тарельчатыми вставками.

Возможно также химическое взаимодействие в реакциях нейтрализации, окисления, озонирования, электрохимической очистки.

К физико-химическим методам очистки относятся процессы сорбции, экстракции, электролиза, ионного обмена, кристаллизации и др.

Отметим, что методы очистки подразделяются на регенеративные, в результате которых из сточных вод выделяются целевые вещества, и деструктивные, при которых загрязнения разрушаются, и продукты распада либо удаляются из системы, либо, в случае их безопасности, остаются в водоемах.

При очистке производственных сточных вод накапливается большое количество осадков, требующих дальнейшей обработки. Способ обработки вы-

бирается, исходя из состава, влажности, способности влагоотдачи и других свойств осадков. Минеральные осадки (шламы) обычно не обрабатываются, а направляются в шламоотвалы.

Количества и состав сточных вод промышленных предприятий изменяются во времени, что обусловливается технологическими особенностями производства и неравномерностью расходования жидкости в технологическом процессе. Непостоянство расхода и состава сточных вод осложняет работы очистных сооружений, в связи с чем возникает необходимость усреднения расхода и состава сточных вод. С этой целью применяются усреднители.

В состав очистных сооружений промышленных сточных вод входит система устройств и сооружений механической очистки (решетки, песколовки и отстойники), в которых жидкость постепенно, по ходу движения, освобождается сначала от крупных, а, затем от все более мелких взвешенных частиц.

Как показала практика очистка природных и сточных вод производится с помощью отстойников. В практическом отношении отстойники различного (гидроэнергетического, ирригационного, промышленного) назначения являются одним из важнейших в общем комплексе гидросооружений и водохозяйственных систем.

Отстойники промышленных сточных вод применяются либо для предварительной очистки сточных вод, если в составе очистных сооружений предусматриваются их дальнейшая химическая, биологическая или другие способы очистки, либо самостоятельно, если степень очистки в них достигает требуемой санитарными нормами кондиции.

По конструкции отстойники подразделяются на горизонтальные, вертикальные и радиальные.

В горизонтальных отстойниках сточная жидкость движется почти горизонтально – вдоль отстойника, в вертикальных – снизу вверх, а в радиальных – от центра к периферии. К отстойникам условно относят и осветлители (вторичные отстойники), устанавливаемые, как правило, после других способов очистки. В них, кроме отстаивания, происходит фильтрация сточных вод через слой кускового материала.

Описание, области применения и методы расчета отстойников различной конструкции подробно освещены в работах [1–7].

Целью данной работы является разработка системы гидромеханической очистки отложений отстойников промышленных предприятий.

МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. Существующая система очистки отстойников промышленных стоков. Важная роль в структуре промышленных предприятий в современных условиях обострения экологической обстановки принадлежит очистным сооружениям.

Для очистки механических примесей (взвешенных частиц) из промышленных сточных вод чаще всего применяются отстойники со скребковым транспортером (рис. 1) [1–4].

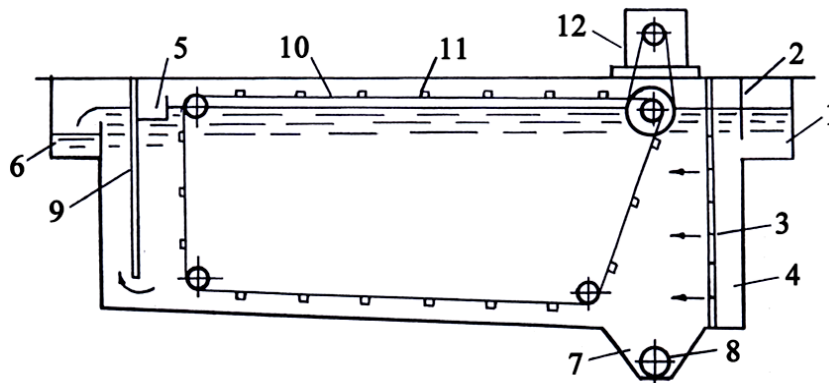


Рисунок 1 – Секция первичного отстойника со скребковым транспортером: 1 – лоток исходной сточной воды; 2 – щит; 3 – перфорированная перегородка; 4 – приемная камера; 5 – сборный лоток; 6 – лоток очищенной сточной воды; 7 – приямок; 8 – шламопровод; 9 – забральная перегородка; 10 – непрерывная цепь; 11 – скребок; 12 – редуктор

Их секции имеют длину 36 м, ширину 6 м и глубину 2,5 м. Промышленные стоки из лотка 1 через приемную камеру 4 поступают в секции отстойника (время пребывания 1,5 часа), где освобождаются от содержащихся в них взвешенных веществ органического и минерального происхождения (песок, глина, крошки каучука, латекс и другие органические вещества и продукты их полимеризации), а затем, переливаясь в лоток 6, через задвижку $D=400$ мм, попадают в трубопровод, ведущий к усреднителям.

При этом взвешенные легкие полимерные вещества всплывают на поверхность, а остальные – шлам (взвешенные твердые частицы) – осаждаются.

По мере их накопления включается (не менее двух раз в день) электропривод накрытие задвижки на выходе сточной воды и уровень жидкости в секции постепенно поднимается.

С пуском электропривода начинается и работа (в течение 8–10 минут) скребкового транспортера (деревянные скребки, движущиеся со скоростью $7,5 \cdot 10^{-3}$ м/с на непрерывных цепях) по подгону всплывших полимеров к сборному лотку 5 и соскребаанию выпавшего шлама к приямку 7.

В дальнейшем всплывшие полимеры вместе с верхним слоем жидкости попадают в сборный лоток 5, а оттуда самотеком поступают в бункер, после чего включается электропривод на открытие задвижки на выходе, и уровень жидкости в секции постепенно уменьшается до рабочего.

Периодическое удаление осадков из приямка производится под действием гидростатического давления жидкости по шламопроводу 8 через донный клапан. Во избежание попадания шлама в оборотную воду, его удаление осуществляется при отключении очищаемой секции от общей сети.

Привод скребкового транспортера осуществляется от электродвигателя КОМ 22–6 (мощность $N=1,7$ кВт, число оборотов $n = 930$ об/мин), через редуктор ГГ–У–175,6 и цепных передач с общим передаточным числом $i=16$.

Предлагаемая система очистки отстойников промышленных стоков. Обследование работы скребковых транспортеров первичного отстойника (рис. 1) показала их ненадежную работу, связанную, прежде всего, с частым выходом из строя скребков, цепей и, как следствие, большим объемом трудоемких ремонтных и наладочных работ. В связи с этим, взамен скребкового транспортера предложен гидромеханический способ очистки секций первичного отстойника от осадков (рис. 2).

Кроме того, проведенное обследование показало, что поступление сточной воды из лотка 1 в приемную камеру 4 через щит 2 приводит к неравномерному распределению потока, как по ширине, так и глубине секций, особенно на участке, примыкающем к входному сечению. При этом скорость потока резко уменьшается от центральной оси секций к перифериям. По этой причине, а также в связи с наличием водоворотных зон, осадки накапливаются в основном у боковых стен секций. Более того, неравномерность заиливания обнаруживалась также по длине начального участка секций, где резко проявили себя водоворотные зоны.

Заметим, что скорость и, следовательно, транспортирующая способность потока максимальны во входной части, и поэтому конструкция приемной камеры должна обеспечивать, в первую очередь, плавный и равномерный вход сточной воды по ширине и глубине секции.

С этой целью проведено некоторое конструктивное изменение в приемной камере, обеспечивающее, как показали наблюдения, равномерное распределение, с одной стороны, потока по поперечному сечению, а с другой, – осадений по длине и ширине секций.

При этом существенно улучшено процесс отстаивания взвешенных частиц.

Схема секции первичного отстойника с приемной камерой измененной конструкции и промывным устройством, реализующим гидромеханическую очистку, показана на рис. 2.

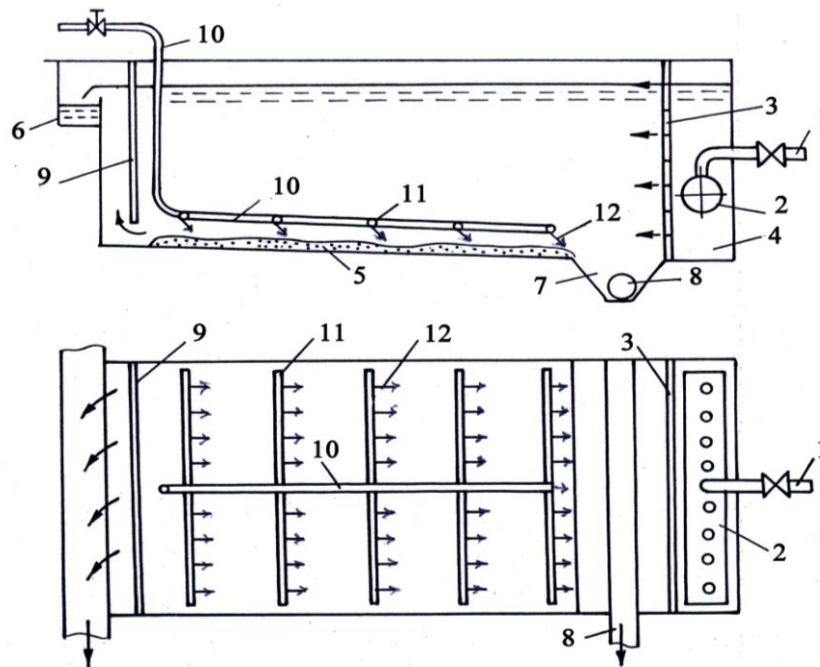


Рисунок 2 – Секция первичного отстойника с промывным устройством гидромеханической очистки:

- 1 – подводящая труба; 2 – перфорированная труба; 3 – перфорированная перегородка; 4 – приемная камера; 5 – осадки; 6 – лоток очищенной сточной воды; 7 – приямок; 8 – шламопровод; 9 – забральная перегородка; 10 – центральный напорный трубопровод; 11 – ответвление; 12 – насадка

Промывное устройство представляет собой центральный напорный трубопровод 10 диаметром $D=200$ мм и длиной $l=30$ м, на котором на расстоянии одного метра друг от друга расположены ответвления 11. На ответвлениях под углом 33° ко дну секции с шагом 0,5 м установлены насадки 12 диаметром 15 мм и длиной 50 мм каждая.

Принцип действия предложенной системы гидромеханической очистки заключается в следующем. Сточная вода, очищенная от взвешенных частиц, забирается у выхода отстойника насосом и подается в напорный трубопровод 10, где в дальнейшем распределяется по ответвлениям 11 и насадкам 12. Вытекающие из насадок с большой скоростью струи промывной воды сначала отрывают осадки 5 от дна секции, а потом взмучивают их, и образовавшийся высокотурбулизированный поток, обладающий стабильной транспортирующей способностью, направляет весь шлам в приямок 7, обеспечивая при этом высокую эффективность промывки. Заметим, что на отрыв отложений влияют также и вихри, образующиеся в результате резкого изменения направления струй после соударения со дном секции.

Шаги ответвлений и насадок выбираются с таким расчетом, что бы зоны действия неослабленных бойных струй перекрывали друг друга и по длине, и по ширине секции. Предложенная система гидромеханической очистки отличается от существующей (скребкового транспортера) высокой степенью эффективной очистки, экономичностью, надежностью и не требует больших затрат в эксплуатации.

Заметим, что движение жидкости в напорном трубопроводе и в ответвлениях промывного устрой-

ства представляет собой одномерный поток с внешним поточным контуром, а в секциях отстойника при гидромеханической промывке осадков - одномерный поток с внешним интенсифицирующим циркуляционным контуром.

ВЫВОДЫ. Предложена система гидромеханической очистки, основанная на принципе воздействия циркуляционного поточного контура на осадки промышленных сточных вод и позволяющая существенно увеличить производительность и эффективность работы отстойных сооружений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев М.И., Рублевская О.Н. Очистка сточных вод: пер. с нем. – СПб: Новый журнал, 2013. – 496 с.
2. Скирдов И.В., Воронов Ю.В., Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод: учебник для вузов. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. – 704 с.
3. Гудков А.Г. Механическая очистка сточных вод. – Вологда: ВоГТУ, 2003. – 152 с.
4. Долина Л.Ф. Проектирование и расчет сооружений и установок для механической очистки производственных сточных вод. – Днепропетровск: Континент, 2004. – 93 с.
5. Рассказов Л.Н., Бестужева А.С., Малаханов В.В. и др. Гидротехнические сооружения. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2011. – Часть 1. – 581 с.; часть 2. – 535 с.
6. Технология и оборудование для очистки эмульсионных сточных вод / Обедин Д.Н., Басков Е.М., Шарин А.Н., Селицкий Г.А. // Водоснабжение и канализация. – 2014. – № 5–6. – С. 89–94.

7. Установка для очистки кислых промышленных сточных вод / Воропанова Л.А., Бобков В.О.,

Кочиева И.А. // *Металлургические процессы и оборудование*. – 2013. – № 4 (34). – С. 69–73.

SYSTEM OF HYDROMECHANICAL CLEANING OF INDUSTRIAL WASTEWATER SURVIVORS

R. Ismailov, M. Hajiyev, U. Alimardanbayli

Azerbaijan University of Architecture and Construction

Azerbaijan State Oil and Industry University.

vul. Aina Sultanova, 5, Baku, AZ 1073, Azerbaijan. E-mail:uzeyir_@mail.ru

Purpose. To analyze the development of systems for hydromechanical cleaning of survivors from industrial wastes.

Methodology. The schemes of purification the existing scraper conveyor of the primary clarifier has been given. A survey of the operation which showed their unreliable work, connected primarily with the frequent failure of the clips, chains and, as a consequence, a large amount of labor-intensive repair and adjustment work has been conducted. In this regard, in replacing the scraper conveyor, a hydromechanical method of purification the bays of the primary horizontal clarifier has been proposed. **Practical value.** The method of purification represents a central pipeline, in which at a distance of one meter from one another located junctions on which caps are mounted at an angle of 33 to the bottom of the section has been proposed. Moreover, the steps of the junctions and caps have been chosen in such a way that the zones of action of unbroken fighting jet cover each other both along the length and width of the clarifier section.

Results. The system of hydromechanical purification differs from the existing (scraper conveyor) with a high degree of effective purification, economy, reliability has been proposed without requiring large operating costs.

Key words: clarifier, wastewater, suspended particles, hydromechanical purification, penstock, junctions, scraper conveyor, purification.

REFERENCES

1. Wastewater purification [Ochistka stochnykh vod] (2013), *SPB New Journal*, 496 pp. (in German).

2. Yakovlev, S.V. (2002), Wastewater and purification of wastewater [Vodootvedeniye i ochistka stochnykh vod], Moscow, 704 p.

3. Gudkov, A.G. (2003), Mechanical wastewater purification [Mekhanicheskaya ochistka stochnykh vod], Vologda, 152 p.

4. Dolina, L.F. (2002), Design and calculation of structures and installations for mechanical purification of industrial wastewater [Proyektirovaniye i raschet sooruzheniy i ustanovok dlya mekhanicheskoy ochistki proizvodstvennykh stochnykh vod], Dnepropetrovsk, 93 p.

5. Rasskazov A.N. and others (2011), Hydro-technical structures [Gidrotekhnicheskiye sooruzheniya], Moscow, part 1, 578 pp., part 2, 538 p.

6. Obadin, D.N., Baskov, E.M., Sharin, A.N., Selitsky, G.A. (2014), Technology and equipment for the purification of emulsion waste water [Tekhnologiya i oborudovaniye dlya ochistki emul'sionnykh stochnykh vod], *Water supply and sewerage*, № 5-6, p. 89-94.

7. Voropanova, L.A., Bobkov, V.O., Kochieva, I.A. (2013), Installation for the purification of acidic industrial wastewater [Ustanovka dlya ochistki kislykh promyshlennykh stochnykh vod]. *Metallurgical processes and equipment*, No. 4 (34), p. 69-73.

Стаття надійшла 30.11.2017.