

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИДРОЦИКЛОНОВ ПРИ ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД МАЛЫХ АВТОПРЕДПРИЯТИЙ

Кариев М.А., Караева Н.С.

Институт горного дела и горных технологий им. У. Асаналиева, КГТУ им. И.Раззакова, г. Бишкек, Кыргызстан

*Борьба с загрязнениями воды нефтепродуктами и моющими средствами, повторное использование и воспроизводство водных ресурсов, включая эффективные методы очистки и извлечения составляющих компонентов, являются одной из ключевых проблем, стоящих перед производственными предприятиями.*

*The fight against pollution of water by oil and washing means, reuse and reproduction of water resources, including effective methods of cleaning and extraction components are one of the key issues facing manufacturing enterprises.*

Как известно, 2005 – 2015 гг. провозглашены ООН Международным десятилетием действий «Вода для жизни».

Общий объем воды на Земле составляет примерно 1,4 млрд км<sup>3</sup>, из которых лишь 2,5 %, т.е. около 35 млн км<sup>3</sup>, приходится на пресную воду. Большая часть запасов пресной воды сосредоточена в многолетних льдах и снегах Антарктиды и Гренландии, а также в глубоких водоносных горизонтах, а главными ее источниками остаются озера, реки, почвенная влага и неглубокие резервуары подземных вод. Доступная для эксплуатации часть этих ресурсов оценивается примерно в 200 тыс. км<sup>3</sup> – менее 1 % запасов пресной воды и лишь 0,01 % всей воды на Земле. Ситуация усугубляется тем, что значительная их доля размещена вдали от населенных территорий.

В мире достаточно пресной воды для удовлетворения потребностей всех жителей Земли, но беда в том, что вода распределена неравномерно и часто тратится впустую. В некоторых регионах запасы пресной воды, пригодной для питья, в последнее время резко сократились в результате ее загрязнения отходами деятельности человека, промышленности, сельского хозяйства и коммунальными стоками. Борьба с загрязнениями воды нефтепродуктами и моющими средствами, повторное использование и воспроизводство водных ресурсов, включая эффективные методы очистки и извлечения составляющих компонентов, являются одной из ключевых проблем, стоящих перед производственными предприятиями и являющимися решением проблем по сбережению и экономному расходованию питьевой воды [3].

Основные загрязнители сточных вод, образующиеся при мойке автомобилей – механические примеси и нефтепродукты. Сточные воды содержат моторные масла, асфальт, песок, СОЖ, ПАВ, соли тяжелых металлов, различные виды топлива, а также моющие вещества, используемые при мойке. Концентрация углеводов в сточных водах достигает 10 мг/л.

Сточные воды автомоек содержат твердую фазу (шламы, наносы) с удельным весом  $\gamma_1 > \gamma_b$  (где  $\gamma_b$  – удельный вес воды), легкую фазу (нефтяные примеси) с удельным весом  $\gamma_2 < \gamma_b$  и техническую воду, которая может быть повторно

использована после соответствующей очистки от твердой и легкой фаз. Для того, чтобы автомобили были чистыми и выглядели красиво их периодически приходится мыть. Этот процесс происходит на автомойках и производится при помощи аппаратов высокого давления, которые используют воду и специальные моющие средства.

Современные санитарно технические нормы категорически запрещают сливать использованную в процессе мойки воду в городскую канализацию, а также дренировать ее. Органы Санэпиднадзора и природоохраны обязывают использовать очистные установки для автомойки. Эти установки должны так очищать сточные воды, чтобы они могли быть повторно использованы для мытья автотранспорта. Называется это системой оборотного водоснабжения. Благодаря установке системы очистки воды для автомойки можно организовать бессточный цикл мойки автомобилей, а свежую воду применять только на завершающем этапе.

То есть очистные сооружения для автомойки помогают очистить от загрязнений стоки различных моек. С одной стороны это необходимо для соблюдения природоохранных нормативов, а с другой - позволяет уменьшить потребление воды на 80-85 %. Системы очистки воды для автомойки должны иметь надлежащие сертификаты соответствия и санитарно-эпидемиологическое заключение и полностью удовлетворять требованиям проверяющих организаций [4].

Эти установки позволяют очистить использованную воду от грязи, солей и нефтепродуктов, прежде чем направить в сток или применить повторно. Очистные сооружения для автомойки используют несколько разновидностей систем очистки (фильтрации) сточных вод для оборотного водоснабжения [1].

На окончательном этапе почти во все системы очистки воды в автомойках для уничтожения бактерий в воде и удаления неприятных запахов ставят дозирующий насос, подающий различные стерилизующие средства или раствор перекиси водорода.

Очистка сточных вод может быть осуществлена с помощью использования гравитационных сил (отстойники) и

центробежных сил инерции (центрифуги, сепараторы и гидроциклоны).

В малых автопредприятиях строительство отстойника связано с множеством трудностей: нехватка производственной площади, дороговизна, сложности утилизации и другие.

При очистке оборотных и сточных вод все большее применение находят напорные гидроциклоны, обеспечивающие высокопроизводительное и эффективное улавливание механических загрязнений при минимальной потребности в капитальных затратах и производственных площадях.

Главной характеристикой размеров гидроциклонов обычно считают диаметр его цилиндрической части, но надо иметь в виду, что очень многое зависит и от формы корпуса гидроциклонной камеры, конструкции цилиндрической части, сливных патрубков и взаимного их расположения, в соответствии с рисунком 1. [6].

На рисунке 1.а представлена схема двухпродуктового цилиндрического гидроциклона для разделения воды и нефти. Исходная гидросмесь поступает через тангенциальный входной патрубок, расположенный в нижней части цилиндрической камеры. Легкая фаза (нефтепродукты) разгружается через сливной патрубок, установленный в центре крышки гидроциклона, а тяжелая – через второй сливной патрубок, касательно установленный непосредственно у крышки гидроциклона.

В гидроциклонах, предназначенных для получения трех продуктов фаз, в соответствии с рисунком 1.б, можно выделить не только легкую и тяжелую фазы, но и их смесь. Смесь фаз разгружается через тангенциальный патрубок, размещенный в верхней части (выше входного патрубка) гидроциклона.

Вторым вариантом трехпродуктового гидроциклона является схема, показанная на рисунке 1.в. Здесь патрубок для смеси расположен тангенциально к наружному сливному патрубку, установленной коаксиально с патрубком для легкой фазы. Радиус наружного сливного патрубка,  $r_{сл} \ll R_{ц}$  ( $R_{ц}$  – радиус цилиндрической части гидроциклона), поэтому концентрация нефти в смеси во втором варианте больше, чем в первом.

Многие страны уже сталкиваются с растущей нехваткой воды. Проблема дефицита пресной воды может стать одной из самых острых уже к середине XXI века. Поскольку каждая страна будет стремиться по мере своих сил удовлетворить резко возрастающие потребности в воде, эксперты не исключают в будущем учащения «водных конфликтов». Но, как показывает опыт, наиболее эффективный способ распределения водных ресурсов – сотрудничество, а не конфликты. За последние 60 лет было подписано более 200 международных соглашений по воде и лишь в 37 случаях

На рисунке 1.г представлена схема трехпродуктового цилиндрического гидроциклона. Исходная гидросмесь поступает через касательно расположенный питающий патрубок, установленный в нижней части аппарата. В верхней части гидроциклона имеются два коаксиальных патрубка. Через внутренний сливной патрубок происходит разгрузка легкой фазы, а через наружный сливной патрубок – смесь компонентов исходного продукта. Тяжелый компонент выходит через тангенциальный патрубок, расположенный под крышкой гидроциклона.

Как показывают исследования перекачка смеси «вода – нефть» центробежным насосом способствует образованию стойких эмульсий. Установка гидроциклона на нагнетательной линии насоса не является самым эффективным. По данным [6] при перекачке сточной воды, содержащей 2...6 % нефти, количество эмульгированной нефти в сточной воде после насоса увеличивается примерно в 3,5 раза.

Значит, при подаче гидросмеси (вода + нефть) в гидроциклон с помощью центробежного насоса, еще до ее поступления в гидроциклон, образуется стойкая высокодисперсионная система и разделения в аппарате почти не происходит. Отсюда вытекает важный вывод: нефтепродукты надо разделить от воды до насоса на его всасывающей линии.

Метод разделения двухфазных жидкостей в поле массовых сил путем создания в жидкости центробежных сил широко применяется в практике очистки нефтесодержащих сточных вод. Наиболее эффективными сепараторами являются центрифуги, которые позволяют добиваться эффективного разделения двухфазных жидкостей с малыми размерами частиц при непродолжительном пребывании жидкости в рабочем объеме аппарата. При разделении нефтесодержащих сточных вод центрифуги неприемлемы для очистки больших объемов, так как имеют небольшую пропускную способность, сложны в устройстве и эксплуатации.

Циклоны и гидроциклоны по сравнению с центрифугами обладают рядом существенных достоинств: просты по конструкции, компактны, дешевы в изготовлении, просты и надежны в эксплуатации [1, 2].

Отмечались конфликты между государствами из-за воды [3].

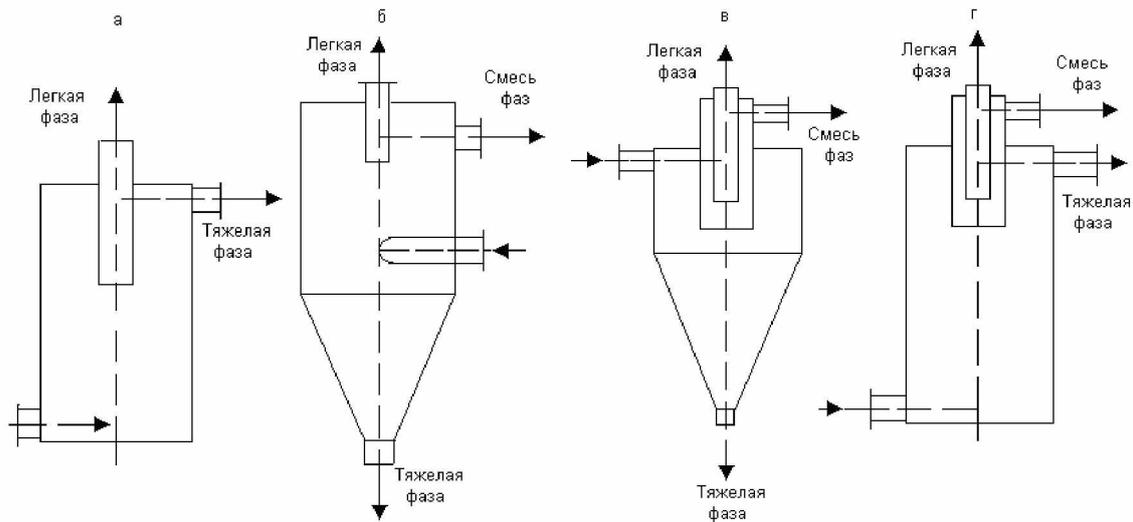


Рис.

1. Гидроциклоны для разделения воды и нефти: а – двухпродуктовый цилиндрический; б – трехпродуктовый цилиндрический; в – трехпродуктовый цилиндрический; г – трехпродуктовый цилиндрический с двумя сливными патрубками.

Более проще осуществить разделение трех фаз (наносы, вода, нефтепримеси) по составляющим в гидроциклонных насосных установках.

Гидроциклонные насосные установки могут быть двух видов:

а) гидроциклонная камера располагается на нагнетательной линии центробежного насоса;

б) гидроциклонная камера располагается на всасывающей линии насоса.

В обоих случаях имеет место классификация трехфазной (наносы, вода, нефтепродукты) гидросмеси в гидроциклоне по удельному весу составляющих фаз. Наиболее тяжелая фаза (наносы: песок, грунт, шламы с удельным весом  $\gamma_1 > \gamma_в$ ) под действием центробежных сил инерции перемещаются по стенкам конической части к шламовому (песковому) отверстию, тогда как наиболее легкая фаза (нефтепримеси) концентрируется в центре, в приосевой области. Если вдоль продольной оси гидроциклонной камеры расположить две коаксиальные трубы, из которых наружная имеет перфорации, то нетрудно в кольцевую зону собрать нефтяные примеси, а рабочей напорной струей, истекающей по внутренней трубе транспортировать их до места назначения. Вода, вращающаяся за слоем легкой фазы, по радиусу поперечного сечения, выходит наружу через сливной патрубок гидроциклонной камеры. Именно эта вода используется повторно в малых автопредприятиях для мойки машин и для других целей как техническая вода, которая могла бы решить проблемы геоэкологии по охране и рациональному использованию питьевой воды. Нефтяные примеси и наносы можно подвергать дальнейшей обработке, необходимой для их утилизации [1].

Производительность гидроциклонной нефтеловушки зависит от разности давлении на поверхности НОСк и атмосферным давлением.

Иногда, с целью увеличения производительности гидроциклонной нефтеловушки, создается внутри нефтесливной трубы вакуум. Существуют специальные конструкции таких нефтеловушек, в соответствии с рисунком 2. Данная проблема решена путем применения гидроциклона новой конструкции [5], состоящей из цилиндрической корпуса 1, тангенциально расположенного входного патрубка 2, сливного патрубка 3, напорной трубы 4 с рабочим соплом, напорной трубы 5 с перфорацией, струйного насоса 6 с приемной камерой 7, отвода 8 для нефтяных примесей и шламового патрубка 9.

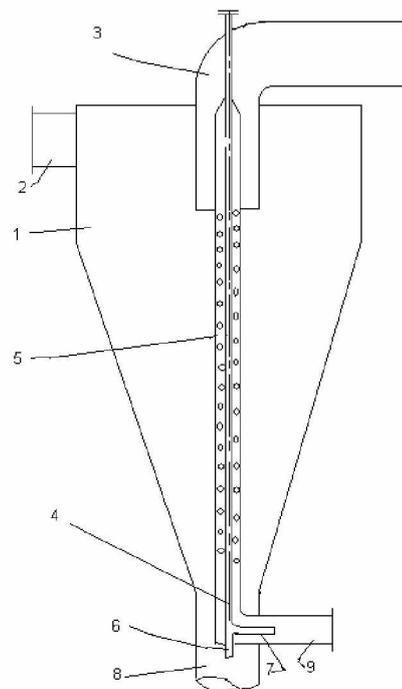


Рис. 2. Гидроциклон со струйными аппаратами

Литература:

1. Скирдов И.В. Очистка сточных вод в гидроциклонах [Текст] / Скирдов И.В., Пономарев В.Г. – М., «Стройиздат», 1975, 100 с.
2. Яковлев С.В. Механическая очистка сточных вод [Текст] / Яковлев С.В., Калицун В.И. – М., «Стройиздат», 1972, 199 с.
3. Экология и жизнь [Текст] // Научно-популярный и обзорный журнал № 6(91), 2009, 97 с.
4. Родина Е.М. Устойчивое развитие эколого-экономических систем [Текст] /Родина Е.М. – Бишкек, 2003. – 210 с.
5. Предпатент 15805 РК. Гидроциклон. / Абдураманов А.А., Кариев М.А., Касабеков М.И., бюл. № 6, 2005.
6. Мустафаев А.М. Теория и расчет гидроциклона [Текст] / Мустафаев А.М., Гутман Б.М. – Баку, Маариф, 1969, 142 с.