

А. П. Кривень,
ведущий инженер Промышленной группы ЭКОТОН, press@ekoton.com

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТ НА ОБЕЗВОЖИВАНИЕ ОСАДКОВ МАЛЫХ И СРЕДНИХ (ДО 100 000 М³/СУТКИ) ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Одним из важнейших этапов очистки сточных вод является механическое обезвоживание осадка первичных отстойников (или промышленных шламов, получаемых методом флотации или осаждения) и/или избыточного активного ила. Для их обезвоживания в настоящее время на очистных сооружениях канализации (ОСК) в основном используются ленточные фильтр-пресссы, центрифуги и мультидисковые шнековые дегидраторы.



Рис. 1. Шнековый мультидисковый дегидратор MDQ (ОС, г. Озд, Венгрия)

Каждый тип оборудования для обезвоживания имеет свои достоинства и недостатки, которые обеспечивают наибольшую применимость в конкретных условиях, прежде всего в зависимости от типа и объема обезвоживаемого осадка. Так, например, применение центрифуг оправдано, в первую очередь, для масло- и жирсодержащих осадков, а также осадков с высоким содержанием избыточного активного ила. В то же время не рекомендуется их применение при работе с осадками, содержащими абразивные включения, которые из-за недостаточно качественной механической очистки встречаются на отечественных ОСК очень часто. Достоинствами применения ленточных фильтр-прессов являются высокая производительность, особенно

ощутимая при работе с осадками первичных отстойников, низкая энергоемкость и достаточно низкие затраты на обслуживание и ремонт. Дегидраторы наиболее универсальны по типам осадка и демонстрируют отличные результаты (содержание сухого вещества (далее – СВ) в кеке 18-25%), при работе с различными осадками, в том числе с масло- и жиро содержащими осадками, осадками с низким либо высоким содержанием СВ исходного осадка, с осадками, содержащими абразивные включения что обуславливает повсеместную применимость данного оборудования.

Сравнение технологических эксплуатационных затрат

Центрифуги позволяют добиться довольно высокого содержания сухого вещества и чистого фильтрата. Однако такие результаты возможны только при высокой скорости вращения барабана, что формирует высокие затраты электроэнергии и увеличение дозы флокулянта. Высокие эксплуатационные расходы – обратная сторона технологических преимуществ центрифуг.

Ленточные фильтр-пресссы и дегидраторы – гораздо более энергоэффективное оборудование. Достаточно низкая скорость вращения шнеков дегидраторов сопоставима с низкой скоростью вращения валов фильтр-прессов. В результате затраты энергии в процессах с применением данных типов оборудования значительно ниже, чем при центрифугировании. В табл. 1 приведено сравнение затрат на электроэнергию, для рассматриваемых типов оборудования, включая энергозатраты основного агрегата и вспомогательного оборудования (насосы осадка, флокулянта и промывной воды, установки приготовления реагента).

Таблица 1
Сравнение затрат на электроэнергию, кВт[·]ч на 1 кг СВ осадка

	Центрифуга	ЛФП	Дегидратор
Затраты на электроэнергию, кВт · ч на 1 кг СВ осадка	≈ 0,1 Высокие	≈ 0,03 Низкие	≈ 0,028 Низкие

Благодаря встроенной ёмкости флокуляции с регулируемым плавным перемешиванием, которое можно контролировать, дегидраторы потребляют меньше этого дорогостоящего реагента, чем центрифуги, в которых перемешивание происходит уже в закрытом барабане при высоких скоростях, из-за которых зачастую происходит разбивание крупных флокул на более мелкие.

	Центрифуга	ЛФП	MDQ
Потребление флокулянта, кг/тонну СВ осадка	4–10	3–6	2–5

Всё рассматриваемое оборудование для обезвоживания в конце каждой рабочей смены должно проходить через процедуру обязательной чистки рабочих частей, соприкасающихся с осадком и фильтратом. Барабаны центрифуг в конце смены заполняют водой для внутренней очистки. Во время работы дегидратора вода с давлением и расходом, как в обычном водопроводном кране, включается автоматически на короткое время не более. Вода в дегидраторе не используется для очистки фильтровальных прозоров (так как те и без того обладают свойством самоочищения), а нужна только для очистки внешней поверхности барабана. Ленточные фильтр-пресссы во время процесса работы постоянно нуждаются в воде под давлением для очистки фильтровальных пор своих лент, поэтому по потреблению воды значительно опережают и центрифуги, и дегидраторы.

Сравнение потребности в промывной воде приведено в табл. 2.

Таблица 2

Сравнение потребности в промывной воде

	Центрифуга	ЛФП	MDQ
Потребность в промывной воде	Используется в конце цикла работы для очистки внутренних поверхностей агрегата; 2–5 м ³ воды за смену	Используется для очистки фильтровальных пор лент; потребность от 20 до 40 % от объёма исходного осадка.	Используется для промывки внешней поверхности барабана приблизительно 1 раз в 10 мин; потребность в промывной воде составляет 1–2% от объема осадка; 0,05–1 м ³ воды за смену

Нередки случаи, когда в исходном обезвоживаемом осадке содержится много абразивных включений (особенно это касается осадков первичных отстойников). Шнеки и барабаны центрифуг очень чувствительны к таким осадкам; зачастую проблемы возникают уже через 2000–3000 ч после начала эксплуатации, а через 3000–7000 ч необходимо производить ремонт и замену шнека, что может достигать 20–40 % стоимости новой центрифуги. Ситовые ленты фильтр-прессов также могут быть подвержены повреждениям острыми краями абразивных включений, что значительно сокращает их срок службы и увеличивает содержание взвешенных веществ в фильтрате. Дегидраторы с их сверхнизкими скоростями вращения менее подвержены влиянию абразивных включений в осадке, поэтому могут эффективно эксплуатироваться без риска необходимости ремонта и замены частей барабана 5–7 лет эксплуатации после запуска.

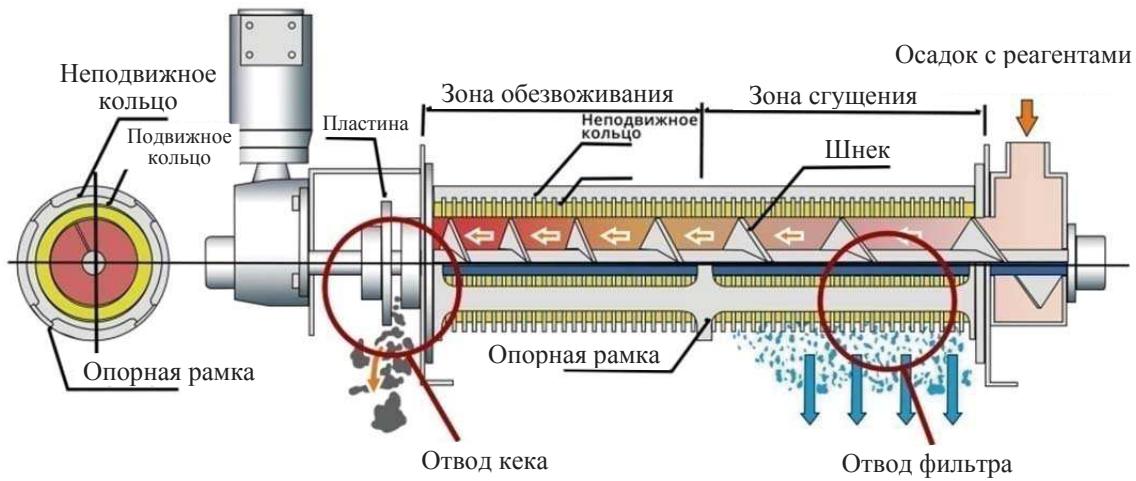


Рис. 2. Конструкция обезвоживающего барабана шнекового мультидискового дегидратора MDQ

Для обслуживающего персонала, а также с позиций минимизации воздействий на окружающую среду, немаловажны характеристики оборудования по шуму и вибрациям, а также выделению загрязняющих и дурнопахнущих веществ в воздухе. Дегидраторы объединяют все положительные черты, присущие другим типам оборудования – их барабаны закрыты кожухами, что, как и при использовании центрифуг, препятствует распространению запахов в цехе. Также, как и ленточные фильтр-пресссы, шнековые дегидраторы при работе не шумят и не вибрируют (у дегидраторов даже отсутствует дополнительный шум от промывных форсунок, как это есть в фильтр-пресссе). Таким образом, обустройство помещения обезвоживания для установки дегидраторов не потребует затрат на специальную шумовую защиту и защиту от вибраций, а также усиленных систем вентиляции с последующим обслуживанием еще и этих дополнительных систем. Сравнение по данным параметрам приведено в табл. 4.

Таблица 4
Сравнение по шуму, вибрации, выделению запахов

	Центрифуга	ЛФП	MDQ
Шум и вибрация	Высокие значения шума – более 70 дБ. Для предотвращения передачи вибрации необходимо устраивать специальные фундаменты	Сам агрегат не шумит и не вибрирует, но достаточно сильный шум издают промывочные форсунки (50 дБ)	Вибрация практически отсутствует, а шум от форсунок бывает периодически (минутудве в час) – в пределах допустимой нормы
Распространения запахов и санитарное состояние в цехе	Закрытая компактная система исключает распространение газов и запаха	Необходима надёжная система вентиляции и очистка оборудования после каждой смены	Закрытая компактная система, исключает распространение газов и запаха

Расходы на техническое обслуживание и ремонт

К сервисному обслуживанию были отнесены как рутинные работы по техническому обслуживанию, которые производятся местным персоналом обслуживающей организации, так и более сложные сервисные работы, к которым необходимо привлекать более квалифицированный персонал со стороны или представителей заводов-производителей.

В отличие от ленточного фильтр-пресса, который в своей конструкции содержит значительное количество валов с подшипниками узлами, которые необходимо смазывать порядка 3–5 раз в год, дегидраторы вообще не оснащены подшипниками качения и не нуждаются в рутинной смене смазки.

Большую сложность представляет ремонт шнека центрифуг. Провести качественный ремонт (напыление или приваривание износостойкого покрытия, балансировка и т.п.) шнека центрифуги в условиях ремонтного цеха эксплуатирующего предприятия практически невозможно, поэтому ремонтные работы производятся на заводе изготовителя или на его ремонтной базе. Поскольку основная масса качественных центрифуг для обезвоживания осадков сточных вод производится за рубежом, ремонтные работы сопряжены с длительными сроками простоя оборудования. Стоимость ремонта шнека центрифуги достигает 25–40 % от стоимости самой центрифуги и довольно часто производится 1–3 раза за 5–9 лет эксплуатации оборудования.

Основным расходным материалом на фильтр-прессах являются ситовые ленты и манжеты подшипников, необходимость замены которых возникает один раз в 1,5–3 года. Ремонт валов (восстановление полиуретанового покрытия) может понадобиться раз в 6–10 лет.



Рис. 3. Шнек мультидискового дегидратора MDQ

В тоже самое время опыт эксплуатации дегидраторов на объектах заказчиков показывает, что первые 4–6 лет эксплуатации данное оборудование не нуждается в каком-либо сервисном обслуживании основного рабочего агрегата – обезвоживающего барабана. По истечении данного срока может возникнуть необходимость замены комплекта подвижных колец, что составляет всего 10 % от стоимости оборудования, а после 6–10 лет работы необходима будет замена шнека, что может составить 15–20 % от первоначальной стоимости дегидратора.

Сравнение по стоимости сервиса, основанное на анализе эксплуатационных затрат ряда предприятий, приведено в табл. 5.

Таблица 5
Сервисные затраты и трудозатраты

	Центрифуга	ЛФП	Дегидратор
Сервисные затраты за 5 лет эксплуатации (в % от стоимости оборудования)	25-40	20-25	Не более 15
Трудозатраты на техническое обслуживание	Высокие	Высокие	Низкие

Опыт эксплуатации различных типов оборудования для механического обезвоживания осадка на очистных сооружениях муниципальных и промышленных предприятий свидетельствует о том, что дегидраторы являются наиболее привлекательным решением в плане простоты технического обслуживания и общих эксплуатационных затрат. В их пользу говорят следующие факты:

- дегидраторы являются самыми экономичными агрегатами для обезвоживания осадков по потреблению основных ресурсов – дорогостоящих реагентов, электроэнергии, воды;
- дегидраторы являются самыми привлекательными агрегатами для операторов – в процессе работы дегидраторы не шумят, не вибрируют, от них не исходит испарений и запахов, их легко мыть и обслуживать в конце смены;
- дегидраторы практически освобождают сервисный персонал эксплуатирующей организации от рутинных мероприятий технического обслуживания в силу неприхотливости своей конструкции;
- основные обезвоживающие узлы (барабаны) дегидраторов очень надёжны и не требуют проведения дорогостоящих ремонтных и сервисных работ.