

**ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА РАБОТЫ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ С  
ПОГРУЖНЫМИ НАСОСАМИ НА ПРОЦЕСС  
БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД  
МОДУЛЬНОЙ УСТАНОВКИ**

**Николова Р.А., Недашковский И.П.** *(Одесская государственная академия строительства и архитектуры)*

**В статье приведены результаты исследований влияния режима работ насосно-воздуходувного оборудования на процесс биологической очистки сточных вод модульной установки. Работы выполнены в соответствии с «Программой социально-экономического развития г. Одессы на 2009 г.».\***

Объектом исследований являются насосная станция (НС) с погружными насосами и модульная установка биологической очистки сточных вод "Resetilovs un KO" городской клинической инфекционной больницы (ГКБ) г. Одессы.

Системы канализации отдельных объектов и малых населенных мест характеризуются выраженной неравномерностью отведения сточных вод (СВ) и подачи их на очистные сооружения. Это туристические базы, дома отдыха, инфекционные больницы, небольшие предприятия и др. И на передний план выдвигается проблема очистки сточных вод от этих объектов путем применения надежных, компактных, мало энергоемких конструкций модульных установок биологической очистки (МУБО). При этом стабильность работы таких комплексов зависит от многих факторов.

Поэтому при проектировании малых НС, подающих СВ на МУБО, важно обеспечить равномерный режим работы насосных агрегатов и соответствие режимов работы НС и МУБО. Обеспечить это можно выполнением определенных правил расчета и проектирования станции, на которой предстоит использовать погружные насосы. С появлением погружных насосов на рынках Украины, наиболее прогрессивные потребители предпочитают при строительстве новых и модернизации старых КНС применять погружные насосы зарубежных фирм "Grundfos", "ITT Flygt", "Wilo", "KSB" и др.

---

\* (Начало см. «Вісник» ОДАБА №41, №43).

Благодаря охлаждению двигателя водой, компактности и другим особенностям, погружные насосы допускают более частотного включения до 10-20 раз в час, чем обычные насосы, **что стало определяющим фактором при проектировании приемных резервуаров**. Поэтому насосные станции с погружными насосами могут проектироваться значительно меньших размеров (приемное и машинное отделение совмещаются). *Например, при десяти включениях в час насос работает в оптимальном режиме: работа - 3,0 мин, перерыв - 3,0 мин. Цикл составляет 6 минут. За счет этого до минимума сокращается объем резервуара и НС обеспечивает равномерную подачу СВ на установку.* Благодаря увеличению частоты пусков насоса в час и специальной конструкции резервуара, исключается заиливание и образование осадка, а также необходимость его взмучивания.

Выбрав погружные агрегаты, необходимо выполнить определенные правила расчета и проектирования станции, на которой предстоит использовать насосы. Наиболее детально вопросы расчета и проектирования КНС с погружными насосами были исследованы компанией “Grundfos” и “ITT Flygt”, совместно с Британским технологическим университетом и Ассоциацией гидравлики и гидромеханики АН США. Полученные результаты этих разработок сформулированы так: **гидравлические условия перекачки и число пусков насосных агрегатов – два основных фактора, определяющие минимальные размеры приемного резервуара насосной станции**. Поставщиками погружных насосов была предложена новая методика и формулы для проектирования ПР [3].

Многие проектировщики продолжают проектировать НС по старой методике, разработанной для обычных насосов без учета особенностей погружных агрегатов, что приводит к тяжелым последствиям и ухудшению показателей очистки СВ на модульных установках.

*На очистных сооружениях больницы была запроектирована НС с чрезмерно завышенным объемом приемного резервуара, что стало одной из основных причин, ухудшивших эффективность очистки СВ.*

Насосная станция запроектирована завышенной мощности, рассчитанной на максимальный расход. Исследования подтвердили наши выводы, сделанные после завершения первого этапа работы [4]. Малые насосные станции, запроектированные по старым методикам, работают в кратковременно-периодическом режиме, при этом большую часть суток насосные агрегаты простаивают (табл.1. и 2.). Насосная станция значительную часть времени действительно функционирует как отстойник. Осадок, попав в зону всасывающего патрубка, подается на модульную установку. То есть концентрация СВ в такие периоды ра-

боты значительно превышает проектную величину и модульная установка работает в режиме перегрузки .

Принятая конструкция и емкость резервуара **противоречат основным принципам** проектирования малых насосных станций с насосами погружной установки [4]. Для протекания процесса биологической очистки СВ необходимо постоянно подавать воздух на МУБО. Опыт эксплуатации воздухоудовного хозяйства установок модульного типа показывает, что воздухоудовные агрегаты рассчитываются на максимальный приток СВ и, как правило, при этом подается чрезмерное количество воздуха на модульную установку в часы минимального притока. Работа такой установки биологической очистки в режиме несоответствия расхода сточных вод и количества органических загрязнений (по БПК<sub>полн</sub>) не обеспечивает дифференцированной подачи требуемого количества кислорода воздуха системой аэрации. Как правило, большую часть времени суток биомасса работает в режиме избытка кислорода. Отсутствие притока, питания и избыток кислорода приводит к чрезмерной минерализации биомассы и снижению эффективности ее работы. А перерыв в работе компрессора более чем на 2 часа нарушают баланс между количеством бактерий и простейших (Protozoa). Что приводит к увеличению прироста ила. На НС трубопровод, подающий воду на взмучивание осадка, не использовался по назначению. Кроме этого, поступающие со сточной водой хлорсодержащие дезинфектанты, (которые применяют постоянно в больницах) являются токсичными для микроорганизмов аэротенка. В этих условиях выживают только нитчатые бактерии. Их интенсивный рост приводит к коьматации пластмассовой загрузки. Нитчатые бактерии образуют обрастание в виде бороды, вода серая с характерным неприятным запахом, биопленка с сильным обрастанием, рыхлая, что мы и наблюдали на станции. Это подтверждает, что аэротенк работает с перегрузкой. Проведенные исследования по определению фактического притока сточных вод в сухую и в дождливую погоду подтвердили выводы I-го этапа. Результаты приведены в таблицах 1 и 2 соответственно. Они показали, что от фактического режима и от фактической подачи СВ напрямую зависит режим работы МУБО. Анализ фактического режима работы насосных агрегатов в сухую погоду показал, что рабочий насосный агрегат в течение суток включается в работу 5-6 раз, при этом фактическая продолжительность его работы изменяется в пределах 1,0-2,5 часов, а цикл работы около 4-5 часов в течение суток.

Исходя из фактической подачи рабочего агрегата и режима его работы, суточный приток сточных вод на сегодняшний день на насосную станцию не превышают 45 - 50 м<sup>3</sup>/сут, а установка запроектирована на

приток СВ 230 м<sup>3</sup>/сут. При этом расход периодически перекачиваемых сточных вод из приемного отделения насосной станции на МУБО изменяется в пределах 4,0-9,0 м<sup>3</sup>/ч. *Фактическое время работы рабочего насосного агрегата в течение суток составляет 6-7 часов. В остальное время насос простаивает*

Таблица 1. Суточный почасовой приток и откачка СВ насосной станции в сухую погоду (14-15 июня) (время включения насоса в работу показано в таблицах жирными цифрами)

Время притока и откачки	Приток СВ, м <sup>3</sup> /ч	Приток во время откачки СВ, м <sup>3</sup> /ч	Продолжительность в час.		Общий объем притока, м <sup>3</sup>	Общий объем откачки, м <sup>3</sup>	Производительность насоса, м <sup>3</sup> /ч	Цикл, час
			притока	откачки				
13-16.30	2,15		3,5		7,53	10,8	7,17	
16.30-18	-	2,15	1,5		3,23			
<b>16.30-18</b>				1,5				
18-21.05	2,08		3,0		6,24	8,26	8,8	3,5
21.05-22	-	2,08	0,92		2,02			
<b>21.05-22</b>				0,92				
22-2.20	1,51		4.30		6,5	8,77	5,84	5,25
02.20-3.50	-	1,51	1.5		2,27			
<b>20.20-3.50</b>				1,5				
03.50-7.30	1,67		3.66		6,1	9,94	4,32	5,0
07.30-9.50	-	1,67	2,3		3,84			
<b>07.30-9.50</b>				2,3				
09.50-12.10	2,44		2,3		5,61	8,05	8,05	4,8
12.10-13.10	-	2,44	1.0		2,44			
<b>12.10-13.10</b>				1,0				

Средний приток сточных вод колеблется от 1,5 до 2,5 м<sup>3</sup>/ч. Цикл работы насоса (продолжительность между включениями насоса) в среднем составляет 3,5-5,3 часа. Это подтверждает, что в ночное время в течение примерно 4-5 часов, *биомасса работает в режиме избытка кислорода и голодания (когда нет притока СВ и, соответственно, нет питания для биомассы)*, потому что большую часть суток подача СВ на ОС отсутствует. Отсутствие притока питания и избыток кислорода приводит к чрезмерной минерализации биомассы и снижению эффективности работы МУБО.

Таблица 2. Суточный почасовой приток и откачка СВ насосной станции в дождливую погоду (15-16 июня)

Время притока и откачки	Приток, м <sup>3</sup> /ч	Приток во время откачки, м <sup>3</sup> /ч	Продолжит. в час.		Общий объем притока, м <sup>3</sup>	Общий объем откачки, м <sup>3</sup>	Подача насоса, м <sup>3</sup> /ч	Цикл, час
			притока	откачки				
13.10-15.40	2,76		2,5		6,9		9,66	3,5
15.40-16.40	-	2,76	1,0		2,76			
<b>15.40</b> -16.40				1,0		9,66		
16.40-18.30	3,34		1,83		6,11		9,44	2,5
18.30-19.30	-	3,34	1,0		3,34			
<b>18.30</b> -19.30				1,0		9,44		
19.30-20.35	6,04		1,05		6,34		11,35	Пере-лив
20.35-21.25	-	6,04	0,83		5,01			
<b>20.35</b> -21.25				0,83				
21.25-23.10	3,43		1,75		6,0		9,6	2,5
23.10-24.15	-	3,43	1,05		3,6			
<b>23.10</b> -24.15				1,05		9,6		
24.15- 03.07	2,17		2,88		6,25		8,12	4,0
03.07- 04.12	-	2,17	1,05		2,28			
<b>03.07-</b> 04.12				1,05		8,53		
04.12- 06.15	3,13		2,0		6,26		6,1	3,0
06.15—7.25	-	3,13	1,1		3,44			
<b>06.15</b> -7.25				1,1		6,7		
07.25-9.25	1,75		2,0		3,5		4,08	3,1
09.25-10.45	-	1,75	1,5		2,62			
<b>09.25</b> -10.45				1,5		6,12		
10-45-12.45	2,65		2,0		5,3		8,0	3,3
12.45-13.45	-	2,65	1,0		2,65			
<b>12.45</b> -13.45				1,0		8,0		

Завышенный чрезмерно объем приемного резервуара не позволяет равномерно подавать СВ на установку. Подача сточных вод на модульную установку меняется от 4,0 м<sup>3</sup>/ч до 9,0 м<sup>3</sup>/ч. Из таблицы 2 видно, что суточный приток увеличился и достиг 70 м<sup>3</sup>/сут и с 20 до 21 часа во время дождя приток превысил производительность насоса и произошел перелив. Естественно во время дождя приток более неравномерный, он колеблется от 1,75 до 6,1 м<sup>3</sup>/ч. Цикл составил 4 часа с 24

до 5 ч. утра. Таким образом, дисбаланс режима работы модульной установки налицо. Кроме того, в процессе исследований выявлено, что на НС поступает часть дождевых вод. Это говорит о допущенной ошибке при реконструкции общесплавной системы водоотведения больницы.

*Отличие качественного состава сточных вод (по БПКполн) от проектного и неравномерность их поступления на установки модульного типа, привело к дисбалансу между их производительностью по расходу и количеством их загрязнений (по БПКполн). Не соответствие расходов поступающих СВ и количества содержащихся в них органических загрязнений привело к значительному снижению эффективности их работы. Биомасса работает в режиме перегрузки, либо в режиме голодания, реже – в нормальном режиме, зачастую – к выходу из строя (установка не выполняет роли сооружения биологической очистки).*

При осмотре установки были видны воздушно-волновые валы на водной поверхности, что подтверждает наши исследования режима работы насосного и воздушного хозяйства. Из-за того, что компрессор рассчитан на максимальный приток СВ 19,6 м<sup>3</sup>/ч, а реальный приток СВ составляет 1,5-3,0 м<sup>3</sup>/ч, поток буквально «бурлит». Характер аэрации по нормам должен быть равномерный по всей поверхности воды («игристость» пузырьков) без воздушно-водяных валов. При чрезмерной аэрации, и интенсивности подачи воздуха больше средней, как в нашем случае, *ухудшается общее состояние прикрепленного ила из-за механического повреждения, а также разрушаются клетки микроорганизмов.*

После длительного простоя насосов в ночное время, наоборот, биомасса работает в режиме перегрузки, когда не взмучивается осадок и насос, захватывая слежавшийся осадок с повышенной концентрацией загрязнений по БПК и по ВВ, закачивает их на установку, заиливая и ее. Отсюда следует, что несоответствие режима работы насосной станции и модульной установки по выше изложенным причинам в сочетании с непрофессиональной эксплуатацией существенно повлияли на качество очистки СВ, что подтверждается анализами.

Кроме того, допущены серьезные нарушения по пунктам паспорта насоса: п.3., п.6., п.9., п.7.1., п.7.1.1.

*Вопреки перечисленным требованиям, емкость резервуара определялась без учета частоты включений насоса в час, режим работы насосов не соответствует паспортным данным, здание насосной станции запроектировано и построено открытого типа и со слов обслуживающего персонала осенью листья, а зимой снег попадают в резервуар и в установку. Надежность работы очистных сооружений и*

эффективность очистки СВ во многом зависят от режима работы насосной станции, правильно принятых проектных решений и профессиональной эксплуатации всех сооружений.

### **Выводы**

1. Приемный резервуар НС запроектирован по устаревшей методике без учета особенностей погружных насосов и рекомендаций производителей.

2. Режим работы насосной станции не увязан с режимом работы модульной установки биологической очистки СВ, что существенно повлияло на эффективность очистки и надежность работы модульной установки.

3. Персонал, выполняющий эксплуатацию зарубежных насосов и МУБО, не имел соответствующую квалификацию для проведения данного вида работ.

4. Введение сооружений в эксплуатацию было проведено с большими нарушениями, без пусконаладочных работ, что тоже способствовало выведению из строя оборудования НС и установки.

5. Допущены нарушения по п.3, п.4, п.6, п.7, п.7.1.1., п.9 паспорта погружного насоса при проектировании, строительстве и эксплуатации НС.

6. Для нормальной и эффективной работы всех сооружений, необходимо провести реконструкцию насосной станции, промывку МУБО и пусконаладочные работы всех сооружений. На этот период сброс СВ временно осуществлять в эмшер.

### **Summary:**

**Reliability of work of sewage treatment plants and efficiency of cleaning of sewages depend on the mode of operations of the pumping station, accepted project decisions and professional exploitation of all building.**

1. Березин С.Е., Чернота М.З. Минимизация размеров малых канализационных насосных станций с погружными насосами // Водоснабжение и санитарная техника, 2005. №11. 2. Березин С.Е. Насосные станции с погружными насосами. Расчеты и конструирование. 3. Николова Р.А. Комплектные насосные станции, «Вісник», ОГАСА, 2010. №37. 4. Хоружий В.П., Николова Р.А., Аксенова И.Н. Некоторые особенности проектирования малых канализационных насосных станций с погружными насосами // Вісник, 2011 №41. 5. Дзюба В.В., Л.И. Алферова Модернизация канализационных очистных сооружений - путь к энергосбережению // Водоснабжение и санитарная техника, 2010г №2.