

УДК 628.5:504.61

**М.В. ЯКОВЛЕВА**

кандидат технических наук, профессор кафедры стоимостного инжиниринга и технической экспертизы зданий и сооружений, Самарский государственный архитектурно-строительный университет

**Е.В. ТКАЧЁВ**

магистрант факультета транспортного и городского строительства, инженер ОНИЛ «Реконструкция» Самарский государственный архитектурно-строительный университет

**ПОВЫШЕНИЕ РИСКА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СООРУЖЕНИЙ  
ОЧИСТКИ ПРОМСТОКОВ***INCREASING THE RISK OF OPERATING FACILITIES CLEANING DRAINS*

*Предприятия нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности отличаются большим потреблением воды. Для ее очистки и возврата в производство необходима система очистных сооружений. От того, насколько эффективно функционирует эта система, зависит экология окружающей среды. На многих предприятиях из-за сложных условий непрерывной работы и несвоевременных ремонтов конструкций очистные сооружения продолжают эксплуатироваться в аварийном состоянии. Из-за повреждений элементов сооружений происходят утечки, влияющие на изменения подземной среды, требующие проведения мониторинга.*

**Ключевые слова:** повреждения, железобетонные конструкции, производственные стоки, коррозия, экология.

Сооружения нефтеперерабатывающих предприятий находятся в сложных производственных условиях: непрерывность процессов, повышение агрессивности среды и ряд других организационных факторов, связанных с изменением форм собственности, произошедшим в конце прошлого столетия.

Федеральные законы [1] и [2] требуют обращать внимание на безопасность, на процесс регулирования эксплуатации, анализа и ограничения степени риска.

Закон о безопасной эксплуатации зданий, строений и сооружений устанавливает необходимые требования, нарушение которых может привести к аварии.

Предприятия по производству и переработке нефтепродуктов являются источником загрязнения среды. Достаточно опасными являются блоки очистки производственных водостоков – БОВ (блок оборотной воды). Выполнение регламентов эксплуатации таких объектов обеспечит надлежащую надежность строений и экологическую безопасность.

*Petrochemical and refining industries distinguished by a large consumption of water. To clean it, and return to the production system is needed sewage treatment plants. On how to effectively operate the system depends ecology of the environment. In many enterprises, because of the difficult conditions of continuous operation and untimely repairs of structures, sewage treatment plants in operation in disrepair. Because of the damage elements structures occur leakage affecting the change of the underground environment, requiring monitoring.*

**Keywords:** damage concrete structures, industrial waste water, corrosion, ecology.

В понятие регламента эксплуатации сооружения входит, в первую очередь, сохранение надлежащего технического состояния строительных конструкций. Вместе с тем, это самый большой вопрос для длительно работающих предприятий, который возникает из-за несвоевременного проведения ремонтных работ.

На примере рассмотрения состояния строительных элементов нефтеотделителя, входящего в состав БОВ, на нефтеперерабатывающем предприятии очевидно отсутствие выполнения своевременных восстановительных работ. Общий вид расположения сооружения приведен на рис. 1.

С учетом возраста сооружения (построено более 50 лет назад) можно сделать вывод о том, что состояние его весьма плачевное. Это обнаружено в результате обследования.

*Нефтеотделитель* – сооружение, прямоугольное в плане размером 25,3х24,7 м и заглубленное в грунт на 4,5 м. В конструктивном отношении – это

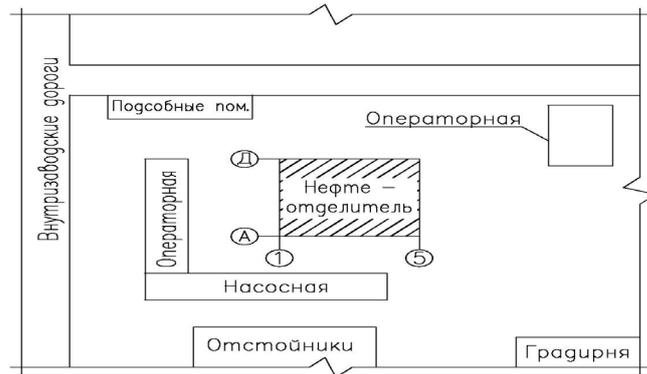
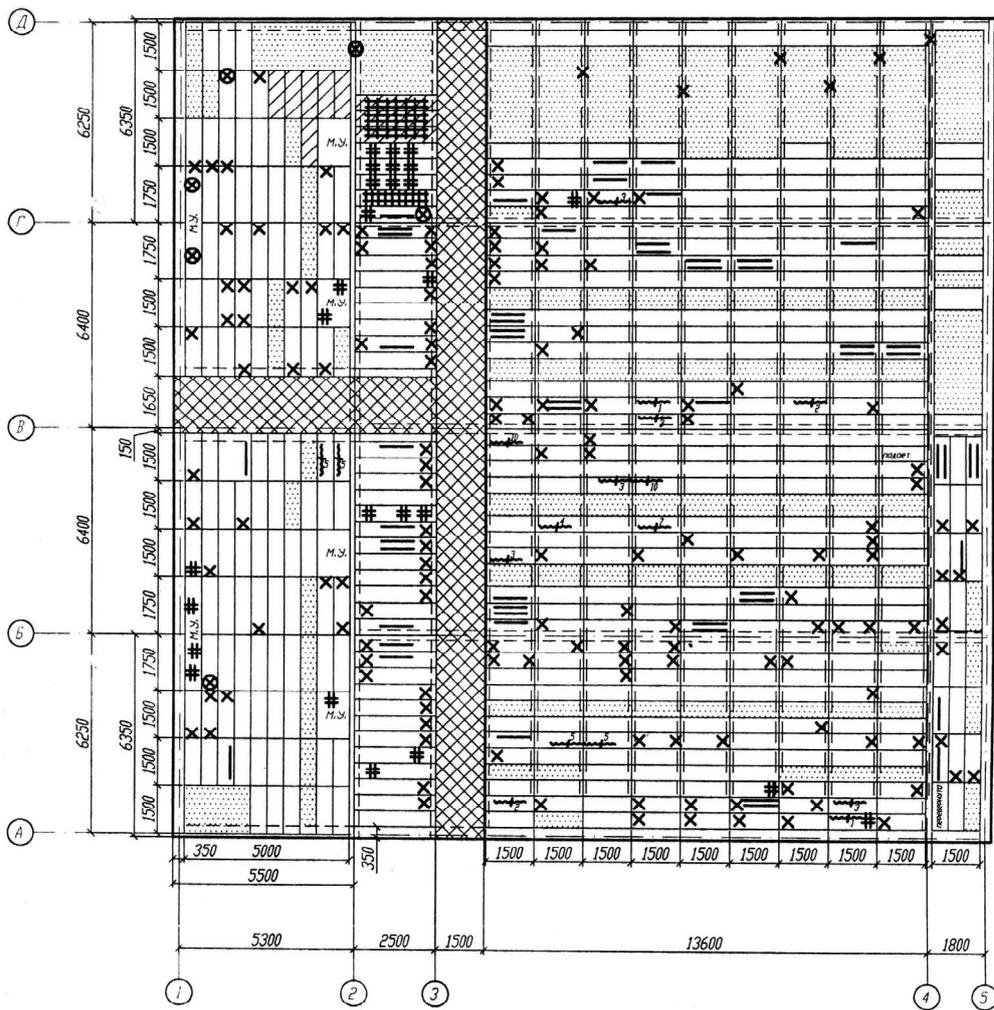


Рис. 1. Ситуационный план расположения нефтеотделителя БОВ



Условные обозначения

- |  |   |  |  |
|--|---|--|--|
|  | трещина с шириной раскрытия, $a_T$ мм           |  | среднее повреждение, отслоение бетона        |
|  | оголение продольной арматуры с коррозией до 10% |  | оголение арматуры с коррозией до 10%         |
|  | конструкции отсутствуют                         |  | сильное повреждение, разрушение бетона       |
|  | монолитные участки                              |  | оголение арматуры с коррозией до 20%         |
|  |   |  | полное разрушение бетона, пробоины в полках  |
|  |   |  | оголение арматурных сеток с коррозией до 20% |

Рис. 2. Карта повреждений конструкций нефтеотделителя

четырёхсекционный резервуар со сборными железобетонными стенами и монолитным железобетонным днищем толщиной 200 мм.

Покрытие выполнено из сборных железобетонных балок пролетом 5,5 и 6,0 м с шагом 1,5-1,75 м, по которым уложены мелкогабаритные плиты 0,5x1,5 и 0,5x1,75 м. Промежутки между плитами покрываются асбестоцементными листами. На отдельных участках мелкогабаритные плиты уложены в поперечном направлении с использованием балок из прокатной стали. Проведенные обследования технического состояния позволили выявить многочисленные повреждения разной степени опасности. Результаты обследования приведены на рис. 2 (карта повреждений).

На момент проведения обследования технологический процесс не был остановлен, резервуар нефтеотделителя заполнен нефтепродуктами ориентировочно на 2 м от донной отметки. Визуально-инструментальное обследование проведено для элементов покрытия и стенок бассейна до отметки – 2,0 м. Диагностика днища и стенок резервуара ниже отметки – 2,0 м будет проводиться после опорожнения чаши нефтеотделителя.

В результате длительной эксплуатации, воздействия нефтепродуктов, попеременного замораживания и оттаивания, а также действия гололедных нагрузок в зимнее время железобетонные элементы нефтеотделителя получили многочисленные повреждения разной степени опасности (рис. 3).

Массовые опасные повреждения конструкций зафиксированы в основном в крайней секции в осях Г-Д, обозначенных на карте повреждений. Наиболее поврежденными оказались здесь мелкогабаритные железобетонные плиты покрытия, особенно в зоне осей 2-3, Г-Д (рис. 4).

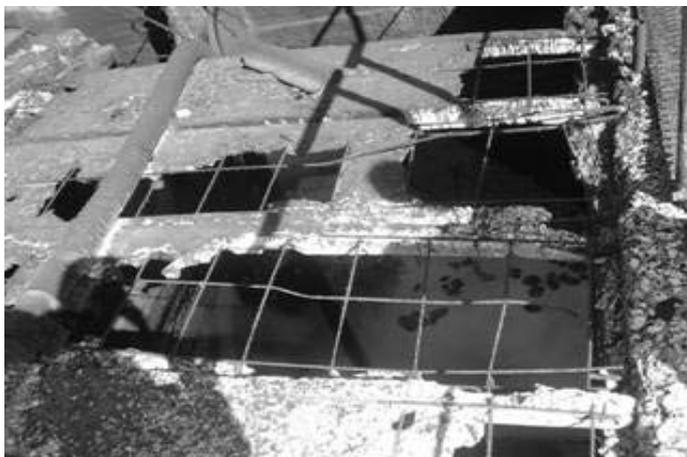


Рис. 3. Общий вид повреждений перекрытия нефтеотделителя

Бетон полок плит (рис. 5) практически полностью разрушен, пропитан нефтепродуктами, наблюдается оголение арматурных сеток и каркасов и их сильная коррозия. Состояние недопустимое. Требуется замена.

В перекрытии в осях 1-3, особенно в крайних плитах по ряду 1 около осей Б и Г, а также в монолитных участках обнаружены сквозные проломы в полках, оборвана, погнута и корродирована арматура сеток (рис. 6).

25 % элементов перекрытия имеют повреждения в виде отслоения защитного слоя бетона в опорной зоне, пробойны в полках, оголения и коррозии рабочей арматуры и сеток с повреждением до 20 % сечения. 16 % мелкогабаритных плит покрытия отсутствует. При обследовании установлено, что 30 % существующих плит покрытия имеют деформацию в двух плоскостях.

Часть плит перевернуты ребрами вверх (в зоне осей 4, 5, А), уложены под углом к горизонтали, отдельные конструкции провалились в чашу резервуара (около оси 4-5, Б), находятся в неустойчивом положении (по оси В, около 4), рис. 7.

74 % мелкогабаритных плит сооружения имеют разрушения защитного слоя бетона ребер и оголения рабочей арматуры на локальных участках с начальной коррозией.

Железобетонные опорные балки пролетом 6 м в осях 3-4, Г-Д имеют повреждения в виде трещин, отслоения защитного слоя бетона, оголения и сильной коррозии арматурных каркасов в сжатой зоне.

Металлические прокатные балки в зоне осей 4-5, А-В не имеют защитного антикоррозионного покрытия. Коррозия – слоистая и язвенная. Требуется очистка и антикоррозионная защита.



Рис. 4. Разрушение бетона мелкогабаритных плит, оголение и коррозия



Рис. 5. Разрушение бетона плит покрытия



Рис. 6. Разрушение монолитных участков, оголение и коррозия арматуры

По результатам обследования стенок чаши на доступных участках были выявлены повреждения следующего характера:

- выветривание цементного камня бетона;
- нарушение и сколы защитного слоя бетона в верхней части бортика чаши;
- разрушение бетона верхней зоны стенок чаши на высоту до 10 см с оголением арматурных сеток и их коррозией;

- трещины с шириной раскрытия до 5 мм;
- пропитка бетона стенок нефтепродуктами и изменение прочностных характеристик бетона.

Раздельная стенка повреждена сквозным отверстием размерами 30x40 см, оголена арматурная сетка. По осям 2, Г-Д (рис. 8) проломлены стенки бассейна на всю высоту на участке длиной 1,3 м с обрывом арматуры и раздроблением (рис. 9).



Рис. 7. Повреждение асбошиферных листов на участке покрытия



Рис. 8. Пролом в разделительной стенке, обрыв арматуры



Рис. 9. Пролом монолитного участка, раздробление бетона, коррозия арматуры

По результатам неразрушающего контроля путем сравнения характеристик бетона на различных участках можно сделать вывод, что прочность бетона снижена на 50 % за 53 года эксплуатации.

По результатам обследования конструкций покрытия и стенок чаши до отметки – 2,0 м нефтеотделителя при комплексе БОВ установлено, что наибольшие повреждения получили конструкции по периметру сооружения, в виде коррозии рабочей арматуры, разрушения плит и нарушения защитного слоя бетона.

Причинами указанных повреждений являются атмосферные осадки, воздействие знакопеременных температур и особенности технологического процесса. Обратные воды, поступающие в нефтеотделитель, содержат в большом количестве сульфаты, хлориды (до 50-60 %) и нефтепродукты. В результате длительной пропитки бетона нефтепродуктами существенно изменяются его структура и прочностные характеристики. В наиболее насыщенных нефтепродуктами зонах установлено снижение прочности бетона более чем

на 50 %, до значения В-10. Кроме того, под действием нефтепродуктов существенно снижается сцепление арматуры с бетоном, что приводит к отторжению защитного слоя бетона и продергиванию арматуры.

Замачивание бетона конструкций вызывает коррозию арматуры. Продукты коррозии увеличиваются в объеме в 2-3 раза по сравнению с объемом чистого металла, вовлеченного в коррозионный процесс, и продукты коррозии, находясь внутри бетонного массива, вызывают отторжение бетона, в результате появляются коррозионные трещины. При отрицательных температурах избыточная влага, находящаяся в порах бетона, превращается в лед со значительным увеличением в объеме, что приводит к дополнительному давлению на стенки пор и капилляров. При неоднократном повторении этого процесса нарушается структура материала (бетона) и снижаются его прочностные характеристики.

Причинами проломов в разделительных стенках являются механические воздействия технологического оборудования во время очистки нефтеотделителя.

Несмотря на имеющиеся место серьезные повреждения, сооружение продолжало эксплуатироваться. Из-за повреждений заполняющие нефтеотделитель производственные стоки проходят в грунт, загрязняя его. Стоки попадают и в подземные воды, оказывая негативное воздействие на заглубленную часть других сооружений, расположенных вблизи.

При большой скученности объектов на территории весьма актуальным является контроль изменения положения уровня подземных вод и их состава.

Для определения возможности влияния подземных вод на расположенные вблизи здания и сооружения необходимо проведение постоянного мониторинга состава и расположения вод.

Необходимость проведения такой работы в конкретных условиях вызвана следующими обстоятельствами:

- во-первых, многие производственные корпуса и здания цеха с момента возведения не подвергались детальному обследованию;

- во-вторых, при начавшемся обследовании технического состояния несущих конструкций зданий было выявлено возможное влияние подземных вод на несущую способность фундаментов;

- в-третьих, возникла необходимость определить степень обводнения площадки цеха и выявить величину колебания уровня грунтовых вод и степень их агрессивности.

В рассматриваемом конкретном случае на территории расположены помимо производственных зданий такие сооружения, как градирни, насосные,

склады, бытовые помещения и т.д. Наличие производственных установок с большим водопотреблением неизбежно приводит к значительным потерям воды. Чем грозит заводнение территории производственными стоками? Попавшие неочищенными агрессивные химические компоненты в технологические стоки вызывают при подъеме уровня грунтовых вод:

- нарушение гидроизоляции и замачивание конструкций, что при длительной эксплуатации вызывает деструктивные изменения материалов и преждевременный отказ строительных конструкций, а в некоторых случаях – наступление аварийных ситуаций;

- пожароопасность при заводнении подвальных помещений, замыкание электроприборов, закольцовывание проводки;

- загрязненные технологические воды проникают и смешиваются с грунтовыми водами, распространяясь далеко за границы промпредприятия, нанося вред экологии окружающей среде;

- газообразные составляющие с содержанием вредных элементов, превышающих требования санитарных норм (завышение ПДК), сказываются на здоровье работающих людей, сокращая продолжительность их жизни, увеличивая риск заболеваний по сравнению с нормальными условиями работы;

- высокий уровень заводнения территории вызывает развитие грибковых колоний, которые создают нездоровую обстановку, наносят вред и конструкциям (дерево, штукатурка, кладка), и работающим людям.

Принятые законодательные акты направлены на регламентирование требований безопасной эксплуатации зданий и сооружений и безопасное использование прилегающих с ним территорий. Своевременное обследование и оценка технического состояния необходимы для принятия решения о допустимости эксплуатации объекта. Такие мероприятия должны предусматриваться регламентом эксплуатации, особенно для предприятий промышленной безопасности.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ФЗ №116 от 21.01.1997 г. О промышленной безопасности опасных производственных объектов. – М., 2006.

2. ФЗ №384. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений. – М., 2009.

3. ГОСТ Р 53778-2010. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. – М.: Стандартинформ, 2010.

© Яковлева М.В., Ткачѳв Е.В., 2013