

# СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПОДХОДЫ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ И ХИМИЧЕСКИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ СТОКОВ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ (НПЗ) И НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ЗАВОДОВ (НХЗ) ПРИ ОКАЗАНИИ ИНЖИНИРИНГОВЫХ УСЛУГ

А.В. ДЕРНОВИЧ , К.В. ВИШНЕВСКИЙ 

Белорусский государственный технологический университет, г. Минск, Республика  
Беларусь

E-mail: [dernovichalex@mail.ru](mailto:dernovichalex@mail.ru)

**Аннотация:** Статья рассматривает острую проблему очистки производственных сточных вод на предприятиях нефтеперерабатывающей и нефтехимической отраслей. Существующие очистные сооружения, построенные в 60-80 годы XX века, не соответствуют современным требованиям из-за износа оборудования и изменения состава загрязняющих веществ. Эффективность очистки составляет 30-75%, что приводит к загрязнению окружающей среды и высокими затратами на восстановление экосистем. Решение проблемы требует коренной реконструкции технологий очистки, замены устаревшего оборудования и внедрения передовых научно-технических достижений. Инжиниринговые компании, специализирующиеся на инженерии окружающей среды, предлагают комплексные услуги по проектированию и реализации проектов «под ключ», включая материальные балансы, обследование водного хозяйства, разработку проектной документации, обработку осадков и шламов. Они помогают снизить затраты и гарантировать достижение параметров очистки. Инжиниринг также включает консультативные услуги, проектирование и контроль, что делает его важным элементом эффективного управления очистными сооружениями.

**Ключевые слова:** Очистка сточных вод, нефтеперерабатывающая отрасль, модернизация оборудования, инжиниринговые компании, экологическая безопасность, энергоэффективность, реконструкция очистных сооружений, управление проектами

В настоящее время перед нефтеперерабатывающей и нефтехимической отраслью остро стоит проблема очистки производственных сточных вод.

Основной причиной создавшегося положения - несоответствие эффективности очистки существующих очистных сооружений требованиям времени, так как часть сооружений выработало свой ресурс, часть сооружений находится в предаварийном состоянии (основная масса очистных сооружений построены в 60-80 годы 20 века). Большинство очистных сооружений не могут быть эффективными по объективной причине существенного изменения номенклатуры выпускаемой продукции предприятиями нефтеперерабатывающей и нефтехимической отраслей, что приводит к изменению степени загрязнения и состава загрязняющих веществ.

На действующих комплексах очистки нефтесодержащих и, как правило, солесодержащих промстоков НПЗ и НХЗ последовательно осуществляются многостадийные технологические процессы удаления загрязняющих веществ, которые ограничены рамками классической технологической схемой очистки, принятой и реализованной на нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводах в 50-80 гг. XX века.

Реализованными технологическими схемами очистки промышленных стоков предприятий в полной мере не учтены особенности и состав стока для конкретного производителя.

Учитывая то, что техническое состояние значительной части зданий, сооружений и технологического оборудования систем очистки промышленных стоков за длительный период эксплуатации (более 50 лет) физически изношено и технологически не соответствует современным требованиям по эффективности очистки, при эксплуатации существующих очистных сооружений степень очистки стоков невелика, и колеблется в пределах 30-75% по

загрязняющим веществам. Эффективность очистки по солям, содержащим в стоках, не превышает 10%.

Это приводит к тому, что:

- поток очищенных на очистных сооружениях сточных вод, возвращаемый на повторное использование и подпитку блоков оборотного водоснабжения (БОВ), часто имеет превышения по качественным показателям (нефтепродукты, азот-аммоний, ХПК, общее солесодержание, сульфаты, хлориды и др.);

- поток очищенных вод на выпуске из очистных сооружений в поверхностные водоемы имеет превышения по содержанию нефтепродуктов, азоту-аммонийному, общему солесодержанию, сульфатам, нитритам, солям тяжелых металлов, таких как алюминий, цинк, железо.

- существующее отношение к очистке производственных стоков обходится очень дорого и природе, и предприятиям, из-за дороговизны восстановления локальных экосистем и высоких затрат на ремонт и реновацию технологического оборудования основных производств (усиленный износ).

По имеющимся данным большинство предприятий платят миллионные штрафы. Так называемые «очищенные стоки», прошедшие очистку на локальных очистных сооружениях заводов, практически всех нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий принимаются на биологические очистные сооружения по повышенным тарифам/расценкам, в которых штрафы указаны в завуалированной форме.

Анализ работы существующих систем очистки стоков 1 и 2 промливневой систем канализации НПЗ и НХЗ указывает на причины, которые обуславливают недостаточную эффективность очистки сточных вод:

- существующие очистные сооружения не предназначены для доочистки солесодержащих сточных вод, образующихся в технологических процессах нефтепереработки предприятия;

- отсутствует локальная очистка сточных вод в составе технологических установок, допускается сброс стоков в общезаводские системы канализации, загрязненных специфическими веществами, затрудняющими или исключаящими очистку суммарного потока;

- в существующей технологической схеме большинства предприятий отсутствует оборудование и сооружения для глубокой очистки сточных вод, обработки осадков и шламов, а также установок по обеззараживанию потока очищенных вод, направляемых на повторное использование.

На основании вышеизложенного, можно констатировать, что решение данной проблемы, - это коренная реконструкция технологии и модернизация аппаратной схемы очистки и утилизации промливневых сточных вод предприятий нефтеперерабатывающей и нефтехимической отраслей, замена устаревшего оборудования на современное, высокоэффективное с низким потреблением электроэнергии, работающее в автоматическом режиме.

Что в ближайшем будущем, делать с системами очистки на предприятиях? Как не ошибиться в выборе технологических и технических решений по реконструкции, модернизации, расширению? Помощь в этих вопросах могут оказать инжиниринговые компании, специализирующиеся на инженерии окружающей среды.

Инжиниринг определяют как совокупность интеллектуальных видов деятельности, имеющей своей конечной целью получение наилучших (оптимальных) результатов от капиталовложений или иных затрат, связанных с реализацией проектов различного назначения за счет наиболее рационального подбора и эффективного использования материальных, трудовых, технологических и финансовых ресурсов в их единстве и взаимосвязи, а также методов организации и управления, на основе передовых научно-технических достижений и с учетом конкретных условий и проектов [1].

Организации, специализирующиеся на инженерии окружающей среды, могут предложить комплекс консультативных услуг по выбору и обоснованию технологии очистки производственных стоков, проектно-изыскательские работы, строительно-монтажные, в том числе выполнения всего набора работ «ПОД КЛЮЧ». Работа «ПОД КЛЮЧ» - это когда генеральный подрядчик, полностью выполняющий инвестиционный проект и принимающий на себя все риски его осуществления с момента проектирования и до момента передачи готового объекта заказчику (включая выполнение гарантийных обязательств), по которым несет финансовую ответственность перед заказчиком. Твердая цена контракта включает все расходы, связанные со строительством, в том числе вознаграждение генерального подрядчика; контракт предусматривает твердую цену, фиксированный срок сдачи объекта в эксплуатацию, достижение основных технических параметров объекта и полную финансовую ответственность подрядчика за превышение/экономия сметной стоимости проекта [2].

Инжиниринговые компании могут предложить к разработке:

- материальные балансы по водопотреблению и водоотведению завода,
- провести обследование водного хозяйства и условий формирования сточных вод,
- оптимизацию систем оборотного водоснабжения и водоподготовки, так как, часто на практике проблема очистки производственного стока частично ликвидируется при правильной организации водоподготовки и оборотной системы водопотребления завода, - технико-экономические обоснования инвестиций (ТЭОИ),
- проектно-сметную документацию строительства новых, модернизации и реконструкции действующих очистных сооружений промышленных предприятий, нефте-, солесодержащих стоков, систем оборотного водоснабжения и водоподготовки,
- обработку осадков и избыточного ила,
- обработку и обеззараживание нефтесодержащих грунтов и шламов.

Качественно выполненный инжиниринговой компанией сравнительный анализ существующего положения и предлагаемых перспективных технологий очистки стоков поможет значительно снизить затраты при реализации проекта реконструкции или нового строительства очистных сооружений.

Для каждого клиента инжиниринговые компании выбирают стратегию действий. Выбранная совместно с заказчиком схема взаимодействия структурируется и персонифицируется, чтобы учесть все особенности исходного производственного стока и обеспечить гарантированное достижение параметров очистки для очищенных вод на выходе из очистных сооружений.

Инжиниринговый продукт «под ключ» сегодня как никогда востребован, в равной степени, как для крупных компаний, таких как ПАО «Сибур холдинг» РФ, или ПАО «Газпром нефть» РФ, ПАО «НК» «Роснефть» РФ - многопрофильное предприятие, так и для небольших организаций - производителей монопродукта.

Совместная работа с западноевропейскими компаниями, имеющими большой опыт в сфере технологии и науки, обеспечивает инжиниринговым компаниям возможность использования дополнительного потенциала партнера: инженеров и консультантов, которые оказывают поддержку в проектировании, планировании, управлении проектами, а также выполняют специфические консультативные работы.

Выбор западноевропейских партнеров сделан не случайно. Базовый нормативный документ при проектировании производственного водоснабжения, канализации и очистки сточных вод предприятий нефтеперерабатывающей промышленности РФ - ВУТП-97 [2] теряет свою актуальность, не отвечает нынешним требованиям, поэтому следует руководствоваться передовыми достижениями в области очистки производственных стоков, которые значимы в странах Западной Европы. При реализации проектов инжиниринговые компании работают гибко и выполняют принятые технические решения в полном соответствии с видением клиента,

разделяют с Заказчиком ответственность за окружающую среду в полной мере.

Опыт, накопленный западноевропейскими партнерами по управлению потоками информации, позволяет выполнять требования стандартов качества и обеспечивать сокращение сроков реализации инвестпроектов.

Клиенту предлагается интегрированная модель установок для очистки стоков и обработки воды. Начиная от консультационных услуг, через точный проект решения, строительство установок или доставку технологии, введение в действие объекта – до сервисного обслуживания после окончания контракта. В процессе выполнения работ, систематически ведется работа над оптимизацией и минимизацией инвестиционных расходов и затрат в период эксплуатации.

В некоторых проектах инжиниринговые компании организуют и обеспечивают финансирование из внешних источников, используются разнообразные механизмы сотрудничества государственных структур и предприятий частного бизнеса. Они дифференцируются в зависимости от объема передаваемых полномочий, инвестиционных обязательств сторон, принципов разделения рисков между партнерами, ответственности за проведение различных видов работ.

Как самостоятельный вид международных коммерческих операций, инжиниринг есть предоставление одной стороной (консультантом) другой стороне (заказчику) комплекса или отдельных видов инженерно-технических услуг, связанных с проектированием, строительством и вводом объекта в эксплуатацию, с разработкой новых технологических процессов на предприятии заказчика, усовершенствованием имеющихся производственных процессов вплоть до внедрения изделия в производство и даже сбыта продукции.

Предоставление на основе договора на инжиниринг полного комплекса услуг и поставок, необходимых для строительства нового объекта, называется «комплексным инжинирингом».

На рынке востребован также и «Консультативный инжиниринг», который связан, главным образом, с интеллектуальными услугами в целях проектирования объектов, разработки планов строительства и контроля за проведением работ.

Наиболее распространены следующие механизмы партнерства.

ВОТ (Build, Operate, Transfer - строительство - эксплуатация/ управление - передача). Этот механизм используется, главным образом, в концессиях. Инфраструктурный объект создается за счет концессионера, который после завершения строительства получает право эксплуатации сооруженного объекта в течение срока, достаточного для окупаемости вложенных средств. По его истечении объект передается Заказчику. Концессионер получает правомочие использования, но не владения объектом, собственником которого является государство.

ВООТ (Build, Own, Operate, Transfer - строительство - владение - эксплуатация/управление - передача). В этом случае частный партнер получает правомочие не только пользования, но и владения объектом в течение срока действия соглашения, после чего он передается Заказчику.

ВТО (Build, Transfer, Operate - строительство - передача - эксплуатация/управление). Этот механизм предполагает передачу объекта Заказчику сразу по завершении строительства. Затем он поступает в пользование частного партнера, но без перехода к нему права владения.

ВОО (Build, Own, Operate - строительство - владение - эксплуатация/управление). В этом случае созданный объект по истечении срока действия соглашения не передается Заказчику, а остается в распоряжении инвестора.

ВОМТ (Build, Operate, Maintain, Transfer - строительство - эксплуатация/управление - обслуживание - передача). Здесь акцент делается на ответственность частного партнера за содержание и текущий ремонт сооруженных им инфраструктурных объектов.

ДВООТ (Design, Build, Own, Operate, Transfer - проектирование - строительство - владение - эксплуатация/управление - передача). Особенность соглашений этого типа состоит в ответственности частного партнера не только за строительство инфраструктурного объекта, но и за его проектирование. В случае соглашений типа DBFO (Design, Build, Finance, Operate -

проектирование - строительство - финансирование - эксплуатация/управление) специально оговаривается его ответственность за финансирование строительства инфраструктурных объектов [4].

Часто практикуются «полный инжиниринг», включающий набор услуг (исследование целесообразности и осуществимости проекта, разработка рабочего проекта и подготовка условий проведения торгов на оборудование, оценка поступающих на торги предложений на поставку оборудования, подготовка условий для торгов на инженерно-строительные работы, оценка предложений по инженерно-строительным работам, наблюдение за изготовлением оборудования, другие виды услуг). [5].

На практике часто сталкиваемся с отношением к очистным сооружениям производственных стоков как к побочным цехам и участкам. Иногда на стадии закупки основного технологического оборудования системы очистки ограничиваются, или вовсе исключаются, пуско-наладочные работы и обучение обслуживающего персонала. Даже современные, высокоэффективные очистные сооружения при отсутствии или некачественном проведении этапа пусконаладки превращаются в источник проблем, в трубу - через которую финансовые средства предприятий перетекают в карман водоканалов. Выправить ситуацию порой очень сложно и, главное, очень дорого. В стране отсутствует система пуско-наладки очистных сооружений. Халатное отношение обходится дорого и природе, и предприятиям. Исключить подобные ситуации в будущем призваны созданные инжиниринговые компании, специализирующиеся на инженерии окружающей среды.

В последнее время инжиниринговыми услугами планируют заниматься создаваемые производственно-сервисные центры ряда производственных компаний и холдингов РФ.

Производственно-сервисные центры НК анансируют выполнение комплекса инжиниринговых услуг:

- проектно-изыскательные работы для повышения эффективности операционной деятельности производств в области технологий, оборудования, промышленной безопасности, экологии, энергоэффективности, цифровизации, развития и применения технологии 3D-моделирования;
- научно-исследовательские работы с целью внедрения новых технологий на НПЗ и НХЗ;
- функции Генерального проектировщика;
- управления строительными проектами, включая организацию поставок МТО, строительного-монтажные, пуско-наладочные работы

### Список литературы

- 1 Бизнес, коммерция, рынок: Словарь-справочник. – М.: Информпечать, 1993. – 320 с.
- 2 Справочник терминов и определений. – М.: ОАО РАО "ЕЭС России"
- 3 ВУТП-97 "Ведомственные указания по техническому проектированию производственного водоснабжения, канализации и очистки сточных вод предприятий нефтеперерабатывающей промышленности – ВУТП-97"
- 4 Дерябина М. Государственно-частное партнерство: теория и практика// Вопросы экономики. – 2008. – №8. – С. 61-77.
- 5 Ойхман Е.Г., Попов Э.В. Реинжиниринг бизнеса: Реинжиниринг организаций и информационные технологии. – М.: Финансы и статистика, 1997. – 336 с.

### References

- 1 Biznes, kommerciya, rynek: Slovar'-spravochnik. – M.: Informpechat', 1993. – 320 s.
- 2 Spravochnik terminov i opredelenij. – M.: OAO RAO "EES Rossii"
- 3 VUTP-97 "Vedomstvennyye ukazaniya po tekhnicheskomu proektirovaniyu proizvodstvennogo vodosnabzheniya, kanalizacii i ochistki stochnyh vod predpriyatij neftepererabatyvayushchej

promyshlennosti – VUTP-97"

4 Deryabina M. Gosudarstvenno-chastnoe partnerstvo: teoriya i praktika// Voprosy ekonomiki. – 2008. – №8. – С. 61-77.

5 Ojhma E.G., Popov E.V. Reinzhiniring biznesa: Reinzhiniring organizacij i informacionnye tekhnologii. – M.: Finansy i statistika, 1997. – 336 s.

## CURRENT TRENDS AND APPROACHES TO THE DESIGN OF TREATMENT FACILITIES FOR OILY AND CHEMICALLY CONTAMINATED WASTEWATER FROM REFINERIES AND PETROCHEMICAL PLANTS (NHZ) WHEN PROVIDING ENGINEERING SERVICES

A.V. DERNOVICH\* , K.V. VISHNEVSKII 

Belarusian State Technological University, Minsk, Republic of Belarus

\*E-mail: [dernovichalex@mail.ru](mailto:dernovichalex@mail.ru)

**Abstract:** The article examines the acute problem of industrial wastewater treatment at enterprises of the oil refining and petrochemical industries. The existing sewage treatment plants, built in the 60-80 years of the XX century, do not meet modern requirements due to equipment wear and changes in the composition of pollutants. The cleaning efficiency is 30-75%, which leads to environmental pollution and high costs for ecosystem restoration. Solving the problem requires a radical reconstruction of cleaning technologies, replacement of outdated equipment and the introduction of advanced scientific and technical achievements. Engineering companies specializing in environmental engineering offer comprehensive services for the design and implementation of turnkey projects, including material balances, water management survey, development of project documentation, treatment of sediments and sludge. They help to reduce costs and ensure that the cleaning parameters are achieved. Engineering also includes consulting

**Keywords:** Wastewater treatment, oil refining industry, equipment modernization, engineering companies, environmental safety, energy efficiency, reconstruction of wastewater treatment plants, project management

## ИНЖИНИРИНГТІК ҚЫЗМЕТТЕР КӨРСЕТУ КЕЗІНДЕ ҚҰРАМЫНДА МҰНАЙ БАР ЖӘНЕ ХИМИЯЛЫҚ ЛАСТАНҒАН МҰНАЙ ӨНДЕУ ЗАУЫТТАРЫНЫҢ (МӨЗ) ЖӘНЕ МҰНАЙ-ХИМИЯ ЗАУЫТТАРЫНЫҢ (МХЗ) АҒЫНДЫ СУЛАРЫН ТАЗАРТУ ҚҰРЫЛЫСТАРЫН ЖОБАЛАУДЫҢ ҚАЗІРГІ ЗАМАНҒЫ ҮРДІСТЕРІ МЕН ТӘСІЛДЕРІ

A.V. ДЕРНОВИЧ\* , K.V. ВИШНЕВСКИЙ 

Беларусь мемлекеттік технологиялық университеті, Минск қ., Беларусь Республикасы

\*E-mail: [dernovichalex@mail.ru](mailto:dernovichalex@mail.ru)

**Аңдатпа:** Мақалада мұнай өңдеу және мұнай-химия өнеркәсібі кәсіпорындарындағы өнеркәсіптік ағынды суларды тазартудың өзекті мәселесі қарастырылған. 20-ғасырдың 60-80-жылдары салынған қолданыстағы тазарту құрылыстары жабдықтардың тозуы мен ластаушы заттардың құрамының өзгеруіне байланысты қазіргі талаптарға сай емес. Тазалау тиімділігі 30-75% құрайды, бұл қоршаған ортаның ластануына және экожүйені қалпына келтіруге жоғары шығындарға әкеледі. Мәселені шешу тазалау технологияларын түбегейлі қайта құруды, ескірген жабдықтарды ауыстыруды және озық ғылыми-техникалық жетістіктерді енгізуді талап етеді. Экологиялық инжинирингке маманданған инжинирингтік компаниялар материалдар баланстарын, суды зерттеуді, жобалық

құжаттаманы әзірлеуді, шлам мен шламды өңдеуді қоса алғанда, кілт тапсырылған жобаларды жобалау және жүзеге асыру бойынша кешенді қызметтерді ұсынады. Олар шығындарды азайтуға және тазалау параметрлеріне қол жеткізуге көмектеседі. Инжиниринг сонымен қатар кеңес беру қызметтерін, жобалау және қадағалауды қамтиды, бұл оны ағынды суларды тазарту қондырғыларын тиімді басқарудың маңызды элементі етеді.

**Түйін сөздер:** Сарқынды суларды тазарту, мұнай өңдеу өнеркәсібі, жабдықтарды жаңғырту, инжинирингтік компаниялар, экологиялық қауіпсіздік, энергия тиімділігі, тазарту құрылыстарын қайта құру, жобаларды басқару