

# **Разработка и промышленное освоение супрамолекулярных энергосберегающих нанотехнологий добычи, подготовки и глубокой переработки тяжелых нефтей и природных битумов**

Кемалов Р.А., Кемалов А.Ф.,  
Муллахметов Н.Р., Фаттахов Д.Ф., Галиев А.А., Идрисов М.Р.  
Бадретдинов Р.Ш., Файзрахманов А.Т.

*Казанский государственный технологический университет, г. Казань*  
*Научно-технологический центр «Природные битумы»*

Высокие темпы развития нефтяной промышленности привели к быстрому истощению запасов нефти, которые в настоящее время выработаны на 89%, а доля трудноизвлекаемых возросла до 66%. Дефицит запасов нефти превышает 2 млрд.т., природного газа - 3,3 трл.м<sup>3</sup>. Расчеты показывают, что при годовой добыче 450-470 млн. т объем воспроизводства запасов должен быть 650-700 млн.т., а это значит ежегодно должны разведываться участки недр с объемом извлекаемых ресурсов не менее 1,3-1,4 млрд. (при высокой - 50% подтвержденности запасов), балансовых - 4-5 млрд.т. Мировые запасы природных битумов составляют 250-300 млрд.т. Суммарные ресурсы и запасы природных битумов в РФ от 1,4 до 7,8 млрд.т, или до 36% от ресурсов РФ при среднем залегании на глубине от 80 до 200 м. На настоящий момент времени выделены битумоносные комплексы РФ и в основном исследовано их строение, структура и фациально-генетический фактор геологического развития территории, геохимические и гидрогеологические особенности битумоносных пород, закономерности формирования и распределения битумов. Фундаментом рентабельного освоения ТН и ПБ является промышленная переработка этих нетрадиционных видов углеводородного сырья и одновременным обеспечением их углубленной переработки с получением бензиновых, дизельных фракций, низкозастывающих высокоиндексных масел, высококачественных битумов и битумных материалов на их основе.

В 70-е –80-е годы XX в. заложены научные основы нелинейной волновой механики и технологии, открыты ряд новых волновых и колебательных явлений и эффектов, суть которых состоит в преобразовании волновых и колебательных движений жидкостей и взвешенных в них включений в монотонные, односторонне направленные движения. Гидромеханические волновые технологии нового поколения в настоящее время объединяют одну из перспективных областей техники и инновационных технологий. Эта область механики названа нелинейной волновой механикой гидромеханических систем, а технологии, основанные на этой науке, - гидромеханическими волновыми технологиями нового поколения, позволяющих эффективно производить резонансную накачку энергии в обрабатываемые гидромеханические, в частности, многофазные среды, тем самым многократно (до нескольких десятков раз) интенсифицировать технологические процессы в самых различных отраслях промышленности. В этом заключается принцип действия волновых генераторов акустических излучений. Волновые технологии нового поколения основаны на глубоких физико-математических исследованиях сложных гидромеханических систем.

В данном проекте впервые применяется *системный подход* в разработке теоретических и прикладных основ нанотехнологий в добыче, подготовке и комплексной переработке ТН и ПБ. Управление фазовыми переходами нефтяных микроскопических нанообъектов позволяет изменять в широких пределах макроскопические параметры нефтяных наножидкостей. Супрамолекулярное проектирование битумоносных месторождений обеспечит получение нефтепродуктов с заданными характеристиками без нарушения тонкой внутренней организации нефтебитумных систем, иначе за счет самоорганизации нефтяных дисперсных систем (НДС)

и самопостроения без экстремальных воздействий на их надмолекулярную структуру с помощью управляемых генераторов электромагнитных и акустических излучений.

Актуальными задачами проекта остаются проблемы энергосбережения и экологической безопасности топливных установок ( вода - мазут, вода - дизельное топливо, вода – бензин). В результате использования гомогенизированных водно-мазутных эмульсий позволяет повысить коэффициент сжигания топлив, сэкономить мазут и уменьшить вредные выбросы  $\text{NO}_x$  и  $\text{CO}_x$  в атмосферу при их сжигании.

Уникальность представленного проекта заключается в *системном подходе* к комплексу технологий повышения степени извлечения ТН и ПБ, транспорта, подготовки и глубокой переработки. Существующие технологии в большинстве не учитывают технологическую связь этих процессов. Предлагаемый системный подход позволит повысить эффективность всех процессов от добычи до переработки ТН и ПБ, которые в кратко- и среднесрочном периодах становятся одним из доступных энергоисточников, способных восполнить дефицит нефти и служить в течение длительного времени «энергетическим мостом» между традиционным нефтяным периодом и принципиально новыми энергетическими технологиями (волновые, водородные, плазменные, квантово-химические, супрамолекулярные). Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Оптимизация подготовки, транспорта ТН и ПБ с использованием физико-химических и волновых воздействий.
2. Проведение системно-технологического анализа процессов синтеза и использования объемных нанокристаллических материалов.
3. Создание пилотных установок подготовки и комплексной переработки ТН и ПБ.
4. Создание энергосберегающих нанокпозиционных установок и аппаратов, основанных на электромагнитной, акустической генерации волн в заданном частотном поле для переработки ТН и ПБ в «синтетическую» нефть.
5. Повышение нефтеотдачи битумоносного пласта с использованием современных нанотехнологий на основе соблюдения тонкой внутренней организации нефтесодержащих систем, т.е. обеспечение максимального извлечения нефти.

Применение *системного подхода* к созданию инновационных технологий, направленным на повышение нефтеотдачи, извлечения ТН и ПБ, транспорта, подготовки и глубокой переработки позволит:

1. Осуществлять современное проектирование существующих месторождений ТН и ПБ с сохранением нативности их структурно-группового состава и конечных продуктов переработки.
2. Повысить нефтеотдачу битуминозных пластов, подготовку, транспортировку ТН и ПБ с использованием нанотехнологий, основанных на соблюдении тонкой внутренней самоорганизации НДС.
3. Создать энергетические пилотные установки и аппараты подготовки и комплексной переработки ТН и ПБ, основанных на электромагнитной, акустической генерации волн в том числе с применением гидродинамического распыла.
4. Увеличить добычу ТН и ПБ не менее чем на 30%, уменьшить обводненность пластов, с последующим обеспечением глубины переработки свыше 90%.
5. Использовать технологию интенсивного испарения в нефтепромысловой стабилизации нефти.
6. Обеспечить 5-7 кратное снижение содержания сероводорода и низкомолекулярных меркаптанов в нефти с остаточным содержанием - 50 ppm и ниже.
7. Осуществлять добычу и трубопроводный транспорт нефтей с аномальной реологией в различных температурных и сдвиговых условиях.

8. Перерабатывать ТН и ПБ в высококачественную «синтетическую нефть» применением разработанных аппаратов и технологии интенсивного испарения за счет образования стоячей волны в ректификационной колонне. При этом ожидается увеличение выхода светлых фракций выкипающих до 350<sup>0</sup>С до 1,5 раза, увеличение выхода вакуумного газойля (фр. 350-450<sup>0</sup>С) до 15%. Как следствие происходит облегчение фракционного состава, снижение плотности и вязкости активируемого нефтяного сырья, улучшаются физико-химические свойства, достигается высокая химическая стабильность.

9. Осуществлять реакции «холодного крекинга» нефтехимического сырья в процессах глубокой нефтепереработки и нефтехимии.

В связи с вышеперечисленными, можно с высокой долей вероятности прогнозировать получение прибыли в течении первых 4 лет до 1,5 млрд. руб.

***Поставленные цели, актуальность задач, ожидаемые народно-хозяйственные эффекты подтверждаются:***

1. Создание волновых аппаратов и технологий для повышения нефтеотдачи битумоносных пластов, подготовки, транспорта ТН и ПБ с соблюдением тонкой внутренней самоорганизации нефтесодержащих систем.

2. Разработанный РПАА успешную апробацию на установке обезвоживания и обессоливания нефти в ОАО «ТатРИТЕКнефть», использование которого позволило не только извлекать из высокосернистых высоковязких нефтей растворенные в промывочной воде свободные кристаллы солей, но и разрушать гидрофобную оболочку из асфальтенов. За счет использования РПАА при обессоливании нефти содержание солей снижалось в 2,5 раза по сравнению с традиционными способами обессоливания нефти. Благодаря высокой акустической интенсивности аппарата при предварительной обработке нефти в ней разрушается дисперсная структура нефти. Это приводит к увеличению выхода светлых фракций при переработке. При этом более чем в два раза снижается вязкость нефти, улучшаются условия для удаления и нефти серистых соединений.

3. Использование РПАА в топливо энергетической отрасли позволяет получать водотопливные эмульсии с высокой степенью дисперсности.

4. Создание энергетических установок и аппаратов, основанных на электромагнитной, акустической генерации волн для:

а) добычи и трубопроводного транспорта нефтей с аномальной реологией в различных температурных и сдвиговых условиях.

б) переработки ТН и ПБ в высококачественную «синтетическую» нефть для получения дополнительного получения моторных топлив, высококачественных масел, битумов, кокса, выделения редкоземельных металлов.

5. Создание аппарата однократного интенсивного испарения и технологического оборудования с гидродинамическим распылом для эффективного разделения ТН и ПБ для получения неокисленных битумов – объектов наноэкологии, осуществления реакций «холодного крекинга» нефтехимического сырья в процессах глубокой нефтепереработки и нефтехимии;

6. Создание эффективных аппаратов и устройств для производства композиционных систем: роторно-пульсационные акустические аппараты, ультразвуковые диспергаторы и генератор электромагнитных излучений.

7. Разработка эффективных вариантов нанокаталитических процессов глубокой переработки нефти с высокими селективностью и выходом для их применения в энергетике и нефтехимической переработке.

8. Разработка металлизированных каталитических комплексов для интенсификации процессов термолитического разложения тяжелого нефтяного сырья.

9. Разработка новых бесконтактных экспресс-методов определения физико-химических, термодинамических, малакометрических, реологических свойств ТН и ПБ, а также нефтяных эмульсий с использованием инструментальных методов.

Создание энергетических наноконпозиционных установок и аппаратов, работающих на базе электромагнитной, акустической генерации волн в заданном частотном поле, а также на основе гидродинамического распыла с необходимой степенью селективности и избирательности осуществлять реакции «холодного крекинга» нефтехимического сырья с целью дополнительного получения светлых нефтепродуктов, химической стабильностью конечных нефтепродуктов, кокса. Электродный кокс, как товарный продукт переработки ТН и ПБ богат ванадием и никелем, поэтому подвергается газификации; синтез-газ используют как топливо для получения моторных топлив синтезом Фишера - Тропша. Зола газификации кокса является концентратом металлов.

Генераторы излучения не только трансформируют энергию протекающих сред в волны, но также обеспечивают в рабочей зоне рождение и схлопывание кавитационных пузырей, значительное вихреобразование, различные формы движения жидкости, что обеспечивает локальную обработку сред.

Использование в качестве метода воздействия на НДС физических полей (акустических, электромагнитных, магнитных и вибрационных) позволяет за короткий промежуток времени достичь предельного уровня разрушения кристаллической структуры парафиновых углеводородов. Установлена эффективность применения виброструйной магнитной обработки для улучшения реологических и низкотемпературных свойств нефтей разного типа. Вместе с этим наиболее простым способом повышения подвижности парафинистых нефтей является разработка депрессорных присадок.

На сегодняшний день в мире сохраняется тенденция к увеличению добычи ТН и ПБ в общем объеме добываемой нефти. При трубопроводном транспорте нефти возникают серьезные проблемы из-за кристаллизации парафинов и возрастании вязкости нефти: Особенность трубопроводного транспорта высокопарафинистых нефтей состоит в том, что при температурах грунта на глубине заложения трубопровода они обладают аномальной вязкостью и напряжением сдвига. Для добычи и трубопроводного транспорта нефтей с аномальными свойствами требуется детальная информация об особенностях их реологического поведения в различных температурных и сдвиговых условиях. Регулирование реологическими характеристиками нефтей позволит снизить затраты на их транспортировку.

В настоящее время разработана и находится на стадии стендовых испытаний «технология интенсивного испарения». Интенсификация процесса однократного испарения основана на том, что нагретая нефть подаётся под давлением и диспергируется в сепараторе с помощью форсунок, поверхность раздела фаз резко увеличивается за счёт диспергирования, что делает надмолекулярный конвективный перенос массы значительным и сопоставимым с диффузионным переносом. Выполнены квантово-механические расчеты и изготовлена форсунка большей производительности, рассчитаны и изготовлены лабораторный и пилотный аппараты интенсивного испарения и технологические установки. В результате проведенных исследований **установлена возможность использования технологии интенсивного испарения в нефтепромысловой стабилизации нефти.**

Показано, что использование этой технологии позволяет более глубоко удалять из нефти сероводород и низкомолекулярные меркаптаны, экспериментально установлена возможность использования технологии интенсивного испарения в процессе облагораживания ТН и ПБ. В результате процесса исходное нефтяное сырьё разделяется на две части: дистиллят, представляющий собой высококачественную легкую нефть, обогащенную светлыми фракциями и остаток, который служит сырьём для термической переработки и производства товарных битумов. Качество нефти и ее отдельно взятых фракций во многом определяется содержанием в них сероводорода. Технология «интенсивного испарения» позволяет обеспечить 5-7 кратное снижение содержания сероводорода в нефти с остаточным содержанием - 50 ppm и ниже.

Наиболее ценными составляющими нефтей являются светлые фракции, выкипающие до 350<sup>0</sup>С. В высокосернистых тяжелых нефтях их содержание существенно меньше,

чем в девонских нефтях. Проведены промышленные испытания электромагнитных генераторов, роторно-пульсационных аппаратов различных конструкций. Установлено, что активация поступающего на разделение нефтяного сырья приводит к образованию стоячей волны в ректификационной колонне, которая в свою очередь выполняет роль генератора электромагнитного излучения в течение длительного времени без внешнего энергоисточника, которая приводит к увеличению выхода светлых фракций в 1,5 раза.

Преимущества аппаратов высокоэнергетического кавитационно- акустического воздействия: низкое энергопотребление; высокая энергетика кавитационно-акустического воздействия; дешевизна получаемой кавитационно-акустической энергии; простота эксплуатации; высокая технологичность в аппаратурном оформлении; проектируется на любую производительность; совмещают технологические операции; упрощает аппаратурное оформление процессов; легко агрегируется с высокооборотными приводами; малая металлоемкость; технологическая подстраиваемость на оптимальные параметры.

При решении проблемы рационального освоения ТН и ПБ использован разработанный процесс интенсивного испарения, одним из перспективных направлений использования которого является процесс облагораживания ТН и ПБ в промысловых условиях, создание ВТЭ для сжигания на ТЭЦ, создание устойчивых водо-битумных эмульсий, используемых в современной технологии строительства автомобильных дорог. Проведены все необходимые исследования и расчеты по разработке и изготовлению лабораторных и пилотных аппаратов интенсивного испарения для облагораживания тяжелых нефтей.

Предлагаемую работу можно отнести к области гидродинамики перегретых газожидкостных сред, причём фазы являются многокомпонентными.

В ряде случаев использование особенностей истечения газожидкостных сред из насадок, сопел, струйных устройств и форсунок позволяет интенсифицировать гидродинамические и теплообменные процессы в химической технологии. Улучшение массообменных процессов за счёт организации межфазной поверхности большой площади может быть достигнуто при распыливании газожидкостной среды уже разработанными на сегодняшний день различного рода форсунками.

Задача усугубления отбора нефтепродуктов от их потенциального содержания в исходном материале может решаться на основе интенсификации технологических процессов и реконструкции действующих установок по переработке нефти.

Определяется возможность улучшения процесса однократного испарения за счёт развития рабочей поверхности жидкой фазы вследствие ее распыления. Распыленная жидкость – подогретая высоковязкая нефть, природный битум или мазут – поступает в полость реактора (дистилятора). Поэтому процесс дробления жидкости на капли необходимо рассматривать в единстве и взаимосвязи со всеми явлениями, протекающими в аппарате. Это, прежде всего, величина давления в рабочем объёме, а также температура паровой и жидкой фаз; температура стенок реактора; взаимодействие с последующим оборудованием, например, конденсатором (или конденсатоотводчиком).

Повышенное извлечение компонентов обеспечивается при соблюдении и поддержании неизменной определенной аэротермодинамической обстановки в полости испарителя. Выбор распыливающего устройства, расчёт которого являлся первоначально целью работы, определился в ходе предварительного анализа вопросов, связанных с созданием относительно несложной экспериментальной установки и комплекса технических требований к условиям её работы.

Представленный проект по применению нанотехнологий является универсальным высокотехнологичным системным подходом в процессах комплексного освоения ТН и ПБ, битумоносных песчаников, включающий новейшие технологические приемы и аппараты, в которых осуществляется эффективное разделение ТН, ПБ, остатков и получение нанодисперсий

(присадок к дизельным, судовым и печным топливам, маслам), позволяющий реализовать комплексный интегрированный мегапроект, включающий их добычу, экстракцию и глубокую безостаточную переработку.

Рентабельность аналогичных работ компаний **Shell**, **Chevron** и **Western Oil** достигается при добыче не менее 7,5 млн. тн/год. Предлагаемые технологии позволят получить экономический эффект даже при добыче ТН и ПБ объемом до 1 млн.тн/год. Известно, что технологии добычи трудноизвлекаемых битуминозных нефтей в РФ затратны, реализация нанотехнологий – экономически рентабельно. В связи с этим предлагаемый **системный подход** позволит коренным образом изменить состояние экологической и энергетической безопасности Российской Федерации.

Многолетнее сотрудничество с руководителями, ведущими сотрудниками и главными специалистами предприятий нефтехимического комплекса сочетается с современным подходом к организации деятельности, которая включает в себя:

1. Многоуровневую подготовку высококвалифицированного специалиста, начиная с первого года его обучения, как студент в технологических ВУЗах при получении базового образования и одновременного проведения научных исследований.
2. Апробирование полученных научно-практических результатов на различных конференциях и симпозиумах российского и международного уровня,
3. Дополнительное обучение молодых специалистов оформлению патентов, пакета нормативно-технической документации и технико-экономического обоснования, требуемых для внедрения разработанной наукоемкой продукции в производство.
4. В целом создание команды специалистов, отвечающих всем современным требованиям, пропорционально количеству разрабатываемых технологий.

Этот подход позволяет решать любые возникающие задачи, как собственными силами (на предприятии работают специалисты в области разработки наукоемкой продукции, защиты интеллектуальной собственности, оформления всей необходимой нормативно-технической документации: технических условий, лабораторных регламентов и технологических карт, технико-экономического обоснования до уровня бизнес-плана, проведения внедренческих опытно-промышленных работ на действующих производственных площадках), так и с привлечением высококвалифицированных в данной области специалистов из сторонних организаций.

На основе полученных результатов опытно-промышленных испытаний РПАА были разработаны рабочие чертежи, технологические схемы монтажа установки, определен перечень комплектующих изделий, изготовлен модифицированный образец РПАА, выполнен монтаж специального стенда для промышленных испытаний и проведены пуско-наладочные работы на объекте ОАО «Татнефтепром-Зюзеевнефть», рассчитанный на условия работы при давлениях до 40 атм и расходах в проточном режиме до 30 м<sup>3</sup>/час. Было согласовано место промышленных испытаний РПАА. В результате использования РПАА на установке подготовки высоко-сернистой нефти в ОАО «ТатРИТЭЖнефть» при обессоливании и обезвоживании снизилось содержание солей в нефти в 2,5 раза, снижено содержание воды до 0,01 %.

Использование аппаратов РПАА, интенсивного испарения, волновых генераторов для предварительной обработки нефти и нефтепродуктов перед их разгонкой приводит к увеличению выхода светлых фракций в 1,3 - 1,7 раза. Обработка нефтепродуктов в РПАА снижает вязкость, снижает температуру вспышки, снижает температуру застывания. Это происходит за счет мощного до 10 Вт/см<sup>2</sup> акустического излучения создаваемого колебаниями вращающегося диска ротора. Важным фактором, характеризующим эффективность использования водо-топливных эмульсий (ВТЭ), является повышение эффективности и долговечности топочного оборудования. По некоторым данным перерасход топлива из-за загрязнения поверхностей нагрева в котлах сажистыми и коксовыми частицами может превысить 35%.

Важно понимать, что нанонаука и нанотехнология не являются какой-то изолированной, специальной областью исследований, а представляют семейство направлений, которые развиваются и скрещиваются с многими другими отраслями науки и техники. Подтверждением этого служит разнообразие затронутых проблем, что создает новые возможности для вовлеченных в нанотехнологическую программу научных, промышленных, образовательных и финансирующих организаций.

**Возможность проведения проекта в рамках международного научного сотрудничества.** Современные интегрированные научно-практические подходы в области реализации инновационного технологического комплекса для нефтяной индустрии в представленном проекте освещает и подтверждает существующую актуальность, заключающаяся: в решении проблем построения экономики на знаниях; разработке рекомендаций по эффективному и взаимовыгодному сотрудничеству власти, бизнеса и науки в целях внедрения инновационных подходов и инноваций во все сферы жизнедеятельности – научно-исследовательскую, социально-экономическую, научно-образовательную, культурно-бытовую и т.д.; изучению опыта ведущих стран мира в области инноваций в нефтяной индустрии в целях повышения конкурентоспособности России на мировых рынках товаров и услуг, развития и диверсификации инновационной экономики, стимулирования процессов инновационных преобразований в науке, образовании и обществе; содействию российской науке и образованию в их становлении в качестве полноценных участников инновационного процесса.

Основными направлениями применения модифицированных битумных материалов являются строительство и ремонт покрытий автодорог, аэродромов, устройство кровель зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения, а также строительных конструкций, мостовых сооружений, защита магистральных наземных и подземных трубопроводов, в том числе нефте- и газопроводов.

#### Расчет капитальных затрат и амортизационных отчислений на оборудование

№	Объект инвестирования	Сумма инвестиций, руб.
1.	Приобретение недостающего оборудования	30 000 000
1.1	Бункер для сыпучих компонентов (1 шт)	
1.2	Диспергатор для сыпучих комп-тов (1 шт)	
1.3	Подающий конвейер (1 шт)	
1.4	Мерник-дозатор для твердых веществ (1 шт)	
1.5	Емкость для жидкого комп-та 50м <sup>3</sup> (1 шт)	
1.6	Мерник-дозатор для жидкого комп-та (1 шт)	
1.7	Смеситель 10м <sup>3</sup> (3 шт)	
1.8	РПАА	
1.9	Товарная емкость для БПМ 50м <sup>3</sup> (4 шт)	
	Итого I	30 000 000
	2. Неучтенное оборудование (10% от общей стоимости технологического оборудования)	3 000 000
	3. Электрооборудование и электромонтажные работы (15% от общей стоимости технологического оборудования)	4 500 000
	4. Стоимость и монтаж КИП и автоматики (5% от общей стоимости технологического оборудования)	1 500 000
	5. Трубопроводы (20% от общей стоимости технологического оборудования)	6 000 000
	Итого II	15 000 000

	СМР (15-20% от Итого I)	6 000 000
	Всего (Итого I + Итого II + СМР)	51 000 000
	Здания и сооружения	130 000 000
	Автоспецтехника	20 000 000
	Сырье материалы	320 000 000
	Оснащение лаборатории	50 000 000
	НИОКР	10 000 000
	Проектирование	6 800 000
	ИТОГО Необходимое инвестирование	587 800 000

Учитывая тот факт, что в РТ проложено 22 тысяч км дорог, из которых более тысячи – федеральные, а общая протяженность автодорог в России – чуть менее 900 тысяч км, в то время как этот показатель уже сегодня должен значительно превышать 1,5 млн км, можно говорить о высокой потребности в качественном битуме для строительства новых и ремонта существующих автодорог. Только по рынку РТ предварительная потребность в мастике только для дорожного ремонта может достигнуть до 20 тыс. тонн в год. Таким образом, в качестве потенциальных потребителей могут выступать ряд дорожных организаций «Каздорстрой», «Камдорстрой», «Алексеевскдорстрой», «Дорсервис», ГПРСО «Татавтодор», ООО СП «Кемна», нефтеперерабатывающие заводы, выпускающие широкий ассортимент битумной продукции ОАО «Татнефть», «Татнефтепром-Зюлеевнефть», «Таиф-НК», а так же «Татстрой», «Хитон», ООО «Таттрансгаз», ОАО «Газпром» и т.д.

Анализ специальных источников литературы свидетельствует о том, что по состоянию на 1998 год по общему объему производства нефтяных битумов РФ занимает второе место после США. В 1998 году НПЗ России выпустили 3,2 млн. тонн битумов, что соответствовало примерно 2 % от общего объема переработанной нефти. Из вырабатываемых в России битумов около 65 % составляют дорожные, 25 % - строительные, 10 % - кровельные марки. При этом потребность в битумах в целом удовлетворяется на 80 %, а потребность в дорожных битумах - не более чем на 60 %. Необходимые инвестиции по этапам планирования, в том числе недостающие (запрашиваемые) средства, способ их получения и на что они будут использованы.

### Расчет оборотных средств

Методика расчета прибыли и рентабельности предприятия

Показатель, тыс. руб	Ед. измер.	Методика расчета
1. Валовая выручка от реализации продукции (без НДС), ВВ	Руб.	$ВВ = Ц \cdot В$ $ВВ = 150\,000 \cdot 20\,000 = 3\,000\,000\,000$
2. Затраты на производство и реализацию продукции, $C_{год}$	Руб.	$120\,000 \cdot 20\,000 = 2\,400\,000\,000$
3. Валовая Прибыль, $Пр_в$	Руб.	$Пр_в = ВВ - C_{год}$ $Пр_в = 3\,000\,000\,000 - 2\,400\,000\,000 = 600\,000\,000$
4. Налог на прибыль, $Нал_{пр}$	Руб.	24 % (или $0,24 \cdot Пр_{вал}$ ) 140 000 000
7. Чистая прибыль Предприятия, $Пр_{чист}$	Руб.	$Пр_{чист} = Пр_{вал} - Нал_{пр}$ $= 456\,000\,000$



8. Рентабельность продукции, $R_{\text{прод}}$	%	$R_{\text{прод}} = \frac{Ц - С}{С} * 100\%$ , где С — себестоимость тонны продукта (150 000 – 120 000)/120 000 * 100 = 25 %
9. Рентабельность продаж, $R_{\text{продаж}}$	%	$R_{\text{продаж}} = \frac{\text{Пр}_{\text{чист}}}{\text{ВВ}} * 100\%$ 456 000 000/ 600 000 000 * 100 = 76%
9. Рентабельность производства, $R_{\text{общ}}$	%	$R_{\text{общ}} = \frac{\text{Пр}_{\text{чист}}}{\text{Кап.затр.}} * 100\%$ , где Кап.затр. — капитальные затраты 456 000 000 / 587 800 000 = 78,8 %

Минимальный размер оборотных средств материальным запасам определяется исходя из емкости резервуаров сырьевого парка, который должен обеспечивать запас по сырью для непрерывной работы в течение от 2 до 7 сут.

$$\Phi_{\text{отд}} = \frac{В * Ц}{\text{ОПФ}_{\text{ср.год}}}, \text{руб.} \setminus \text{руб.}$$

где ОПФ<sub>ср.год.</sub> – среднегодовая стоимость основных фондов или капитальные затраты на здания и оборудование.

$$\Phi_{\text{отд}} = 3\,000\,000\,000 / 587\,800\,000 = 5,1 \text{ руб.} \setminus \text{руб.}$$

Оборотные средства по материальным запасам  $= \frac{В * Ц_{\text{с}}}{365} * 2 \text{ дн. (или до 7 дн.)}$ ,

где В — объем перерабатываемого сырья, Ц<sub>с</sub> — цена одной тонны сырья.

$$\text{ОС по материальным запасам} = 600\,000 * 7\,500 / 365 * 7 = 86\,301\,370 \text{ руб.}$$

Оборотные средства по готовой продукции  $= \frac{\text{ВВ}}{365} * 15 \text{ дн. (или 7 дн., или 3 дн.)}$

где ВВ — валовая выручка, руб.

$$\text{ОС по готовой продукции} = 3\,000\,000\,000 / 365 * 7 = 57\,534\,247 \text{ руб.}$$

Запас оборотных средств по заработной плате  $= \frac{\text{Годовой фонд заработной платы всех работающих}}{15 \text{ дн.} / 365 \text{ дн.}}$

Прочие оборотные средства составляют около 10% от суммы оборотных средств по материальным запасам, по готовой продукции и заработной плате. Проектант может принять иное значение % прочих оборотных средств.

$$\text{Срок окупаемости рассчитывается: } T_{\text{ок}} = \frac{\text{Инвестиции}}{\text{Пр}_{\text{чист}}}$$

$$T_{\text{ок}} = 587\,800\,000 / 456\,000\,000 = 1,29 \text{ год}$$

При реконструкции, модернизации или совершенствовании существующего производства годовой экономический эффект можно определить:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (C_{\text{год}_1} - C_{\text{год}_2}) - K_{\text{доп}},$$

где K<sub>доп</sub> — дополнительные капитальные затраты.

Срок окупаемости дополнительных капитальных затрат на реконструкцию рассчитывается:

$$T_{\text{ок}} = \frac{\text{Допо. кап. затрат.}}{\text{Прирост Пр}_{\text{чист}}}$$

Если проектом не предусматриваются дополнительные капитальные вложения, то определяется экономия от снижения себестоимости продукции:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (C_{\text{ед}_1} - C_{\text{ед}_2}) \cdot B_2$$