

С.Б. Коркунов, руководитель направления «Маркетинг» НПАА

НЕФТЕПЕРЕРАБОТКА: ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ, ПРОЦЕССЫ, СРЕДЫ И ПАРАМЕТРЫ ПОТОКОВ, ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЯЕМОЙ АРМАТУРЫ (Часть 1)

От редакции.

Статья, первую часть которой мы публикуем в этом номере, написана по материалам аналитического обзора, выполненного группой маркетинга НПАА для членов НПАА в рамках плана работ НПАА на 2018 год. Полная версия обзора содержит подробную информацию о перспективных процессах нефтепереработки и особенностях арматуры, применяемой на основных потоках нефтеперерабатывающих установок. Состоит из 68 страниц, 39 схем и диаграмм, 27 таблиц.

Членам НПАА полная версия доступна на безвозмездной основе по письменному запросу.

Нефтепереработка – одна из интенсивно развивающихся отраслей российской экономики. Согласно планам нефтегазовых компаний, поддерживаемых Правительством РФ, масштабное строительство и модернизация нефтеперерабатывающих установок продолжится в средне- и долгосрочной перспективе. Такое форсированное развитие отечественной нефтеперерабатывающей промышленности обусловлено необходимостью компенсировать значительное технологическое отставание от мировой нефтепереработки, произошедшее в 1990-е – начале 2000-х годов.

Основными факторами, которые определяют и будут определять развитие как российской, так и мировой нефтеперерабатывающей промышленности являются следующие:

- повышение экологических требований к топливу;
- ухудшение качества добываемой нефти: увеличение добычи тяжелой, высоковязкой и сернистой нефти;
- востребованность продуктов нефтехимии, сырье для которой производит нефтеперерабатывающая промышленность.

Рассмотрим эти факторы и их влияние на нефтепереработку подробнее.

Повышение экологических требований к топливу

В качестве топлива используются как светлые нефтепродукты (бензин, керосин, дизельное топливо), так и темные (мазут, вакуумный газойль). Светлые нефтепродукты используются преимущественно как моторное топливо (автомобильный бензин и дизельное топливо, авиационный керосин), а темные – как топливо для паровых котлов, промышленных печей, бункерного (судового) топлива. Повышение экологических требований к топливу оказывает прямое влияние на структуру потребности в тех или иных нефтепродуктах и объем потребления нефти в целом.

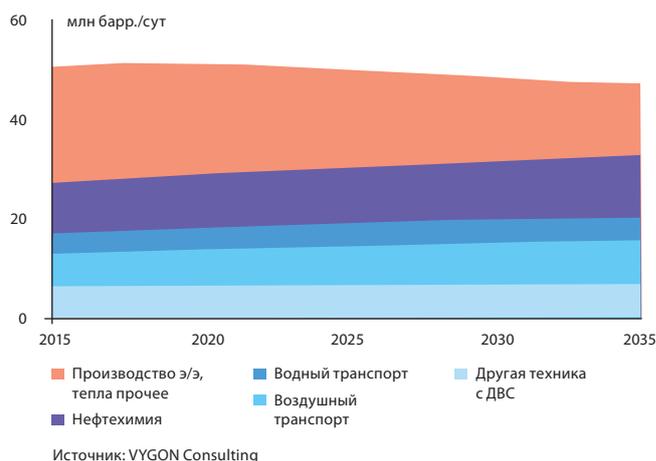


Рисунок 1. Прогноз спроса на нефть в мире в базовом сценарии (без автотранспорта)*

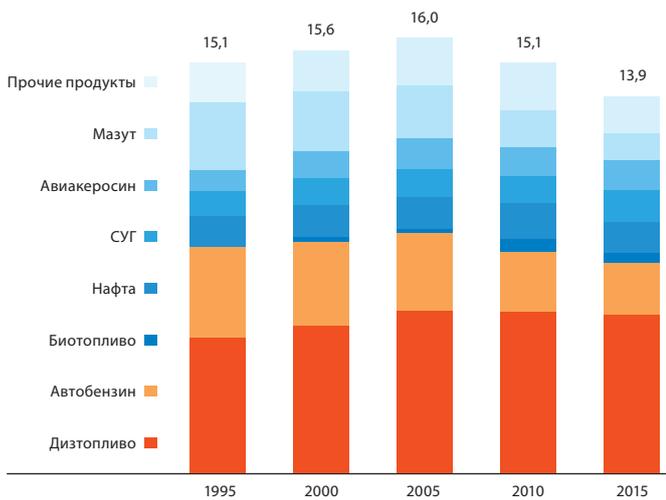
* Развитие технологий в автотранспорте: близок ли пик потребления нефти: VYGON Consulting, октябрь 2016. С. 87 URL: http://vygon.consulting/upload/iblock/a09/vygon_consulting_oil_demand_2016_interactive.pdf (дата обращения 24.05.2018).

Наибольшая экологичность газа как топлива, в частности, для паровых котлов, обуславливает переход тепловой энергетики и теплоснабжения с мазута¹ на газ. Также принимаются ограничительные меры по использованию мазута как топлива для судов².

По прогнозам аналитиков в долгосрочной перспективе доля нефти, идущей на производство электроэнергии, тепла и т. п. целей, существенно уменьшится (**рисунок 1**), и в первую очередь это касается уменьшения производства темных нефтепродуктов (в частности, мазута), так как из всех нефтепродуктов именно они используются в паровых котлах. За послед-

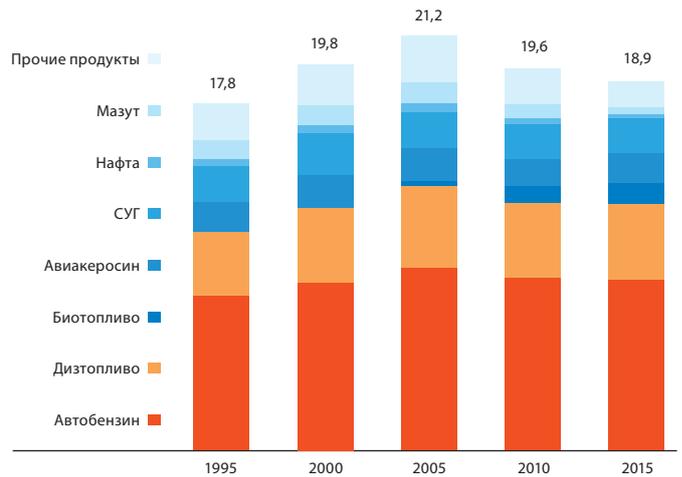
1 Как и с угля.

2 См., например: Веденева А. Экологическое плавание // Нефть и газ: приложение к газете Коммерсант, №238 от 22.12.2016, с. 13. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/3176859> (дата обращения 30.05.2018).



Источник: IEA, JODI, EIA, VYGON Consulting

Рисунок 2. Структура спроса на нефтепродукты в Европе, млн. бар./сут.*
* Там же. С. 26.



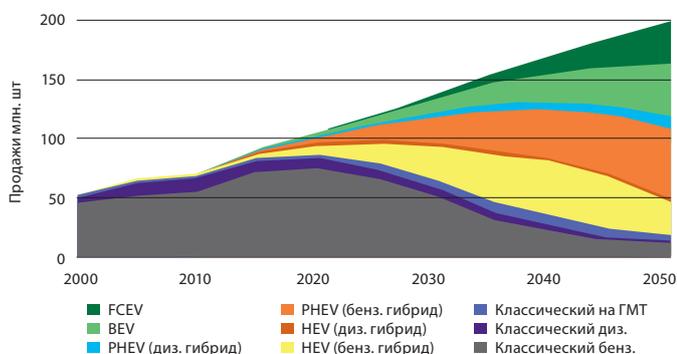
Источник: IEA, JODI, EIA, VYGON Consulting

Рисунок 3. Структура спроса на нефтепродукты в США, млн бар./сут.*
* Там же. С. 20.

ние 10-15 лет спрос на мазут в Европе и США упал многократно (рисунки 2 и 3).

Основной целью нефтеперерабатывающей отрасли с момента ее возникновения было получение светлых моторных топлив для двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Темные нефтепродукты рассматривались как побочный продукт основного производства, который надо было как-то использовать. Такое положение (а также отмеченная выше низкая экологичность темных нефтепродуктов как топлива) стимулировало углубление их переработки в светлые нефтепродукты, которые можно использовать как топливо для автомобильных двигателей. Но в настоящее время экологическая политика развитых государств направлена на сокращение и отказ от транспорта, работающего на продуктах нефтепереработки, в том числе светлых (бензине и дизельном топливе), что способствует сокращению потребления не только темных, но и светлых топлив (рисунки 2 и 3).

При этом оценки того, когда начнется уменьшение доли автомобилей, работающих исключительно на бензиновых и ди-



Источник: IEA

Рисунок 4. Прогноз МЭА развития мирового рынка легковых автомобилей*

* Левинбук М., Котов В. Нефтепереработка на перепутье? URL: <http://chem21.info/tabs/248002/> (дата обращения 31.05.2018). BEV – электромобиль без ДВС, FCEV – электромобиль без ДВС с топливными элементами на водороде.

зельных двигателях внутреннего сгорания и насколько быстрым оно будет, довольно противоречивы. Так, по расчетам Международного энергетического агентства (IEA), проведенным в 2011 году, доля легковых автомобилей, работающих исключительно на ДВС, в 2050 году составит не более 10%, а уменьшение доли таких автомобилей в мире начнется уже после 2020 года (рисунки 2 и 3). В частности, в пользу такой оценки довольно быстро уменьшения использования бензиновых и дизельных ДВС выступают решения Великобритании и Франции полностью отказаться от транспорта с бензиновыми и дизельными топливами в 2040 году, а Швеции – в 2025 году³. Среди крупных отечественных экспертов в области нефтепереработки к мнению об относительно быстром сокращении доли автомобилей, использующих нефтепродукты, склоняется М. И. Левинбук. При этом, следует заметить, что поддержка такой оценки во многом обусловлена желанием эксперта обратить внимание на необходимость ускоренного развития нефтехимии в противовес топливному производству⁴.

Противоположное мнение высказано в Технологической платформе «Глубокая переработка углеводородных ресурсов» (координатор В. М. Капустин). По прогнозу Технологической платформы в 2030 году в мире «не произойдет кардинальной смены основных типов двигателей внутреннего сгорания. Суммарное использование бензиновых, дизельных и реактивных двигателей, согласно прогнозам, составит 84%»⁵ (рисунки 2 и 3). При этом отметим, что координатор Технологической плат-

3 Феттер Ф. (Philipp Vetter), Ваннер К. (Claudia Wanner), Вюннер Г. (Gesche Würper) Отказ Европы от двигателя внутреннего сгорания // Die Welt, 27 июля 2017, перевод ИНОСМИ.РУ. URL: <https://inosmi.ru/politic/20170728/239925508.html> (дата обращения 31.05.2018).

4 Левинбук М., Котов В. Нефтепереработка на перепутье? URL: <http://chem21.info/tabs/248002/> (дата обращения 31.05.2018).

5 Стратегическая платформа исследований Технологической платформы «Глубокая переработка углеводородных ресурсов». Москва, 2015. С. 4. URL: http://techplatforma.ru/images/docs/%D0%A1%D0%9F%D0%98_2015.pdf (дата обращения 13.06.2018).

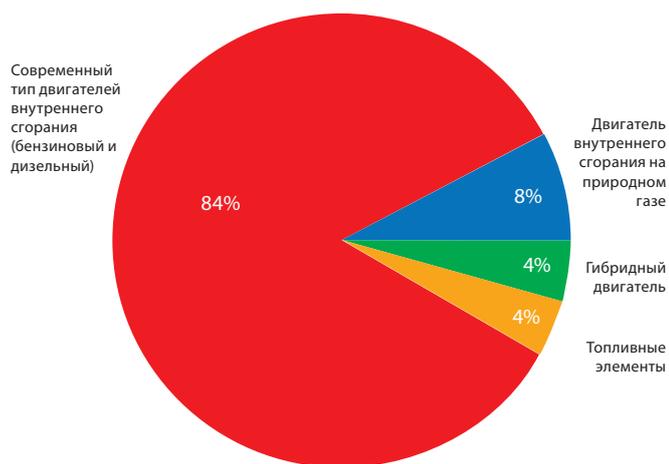


Рисунок 5. Прогноз Технологической платформы мирового использования двигателей различного типа в 2030 году*

* Стратегическая платформа исследований Технологической платформы «Глубокая переработка углеводородных ресурсов». Москва, 2015. С. 5. URL: http://techplatforma.ru/images/docs/%D0%A1%D0%9F%D0%98_2015.pdf (дата обращения 13.06.2018). Из пояснений к диаграмме в Технологической платформе следует, что 84% включают также реактивные двигатели, потребляющие авиационный керосин.

формы В. М. Капустин в конце 2017 года констатировал, в какой-то степени противореча ранее сказанному, что «в ближайшие 5-10 лет будет наблюдаться спад в потреблении светлых нефтепродуктов за счет роста альтернативных видов топлив для транспортных средств»⁶.

Как в развитых, так и в развивающихся странах в настоящее время большое внимание уделяется экологическим качествам автомобильного топлива – стандарты по выбросам ужесточаются (рисунок 6). До введения стандарта Евро-5 основное внимание обращалось на снижение содержания в топливе серы. С Евро-5, и особенно с Евро-6, большое внимание также уделяется другим экологически вредным веществам, в частности, полициклической ароматике.

Для России вероятным приоритетом будет переход транспорта на более дешевое и экологичное газомоторное топливо, что в перспективе также уменьшит потребность в светлых нефтепродуктах как автомобильном топливе. Газификация транспорта поддерживается государством, в частности, приоритет данного направления был обозначен Президентом на заседании Госсовета в конце 2017 года: «...А внутри страны он [газ] будет использоваться с большим экономическим эффектом и будет создавать безусловные конкурентные преимущества для всей экономики. Поэтому нужно продолжить, безусловно, поддержку этого направления развития и на правительственном уровне, и на региональном, что очень важно, обращаю ваше внимание на это»⁷. В дальнейшем (18 апреля 2018 года) было проведено совещание Президента с членами Правительства, посвященное мерам по стимулированию использования природного

6 Капустин В.М. Презентация «Развитие российской нефтепереработки в свете новых взглядов на использование светлых нефтепродуктов», 27.10.2017, с.4. URL: <https://drive.google.com/file/d/0BxXSaLTAEGY8T3JBVE1VZTN6SWc/view> (дата обращения 19.06.2018).

7 Заседание Госсовета по вопросам повышения инвестиционной привлекательности регионов. URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/56511> (дата обращения 31.05.2018).

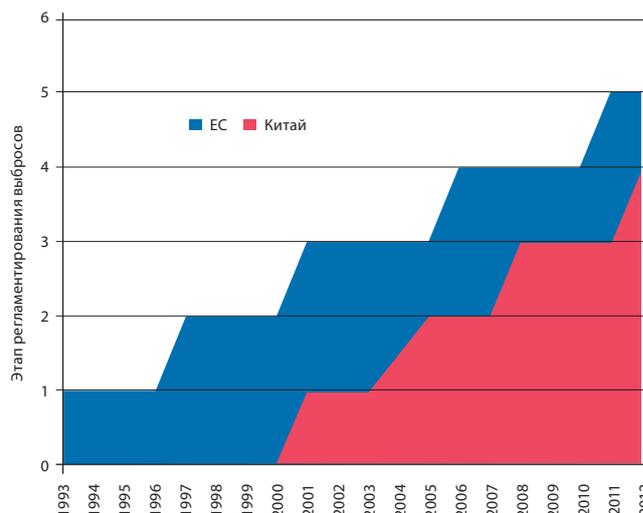


Рисунок 6. Внедрение норм выбросов для автотранспортных средств в ЕС и Китае*

* Там же. С. 7.

газа в качестве моторного топлива⁸. По результатам этого совещания было сформулировано поручение Правительству обеспечить разработку и внедрение программы развития рынка газомоторного топлива⁹.

Обобщая сказанное выше, отметим, что потребление темных нефтепродуктов в качестве топлива в последние десятилетия устойчиво снижалось (прежде всего, в развитых государствах) и, вероятно, продолжит снижаться, но при этом потребление светлых нефтепродуктов, используемых как топливо для автотранспорта (бензин и дизельное топливо), в мире росло и до настоящего времени продолжает расти (за исключением развитых стран Европы и США). Скорее всего, мировой спрос на бензин и дизельное топливо начнет снижаться только после 2030-го года в результате перехода транспорта на альтернативные виды энергии и не будет резким. В ближайшие 10-15 лет или более увеличение спроса, видимо, будет обеспечиваться ростом автомобилизации в развивающихся странах.

В России, по прогнозу Технологической платформы, производство бензина и дизельного топлива будет увеличиваться как минимум до 2030 года, а мазута – уменьшаться. При этом заметим, что фактор возможного широкого перевода автомобильного транспорта на газомоторное топливо в Технологической платформе не рассматривался, и, возможно, темпы роста производства светлых нефтепродуктов будут ниже.

Ухудшение качества нефти

В связи с растущим до настоящего времени потреблением нефти и истощением ранее разведанных месторождений легкой нефти (особенно в старых нефтедобывающих регионах), как в России, так и в мире, все более востребованными будут

8 Совещание с членами Правительства. URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/57275> (дата обращения 04.06.2018).

9 Перечень поручений по итогам совещания по вопросу расширения использования газа в качестве моторного топлива. URL: <http://kremlin.ru/acts/assignments/orders/57402> (дата обращения 04.06.2018).

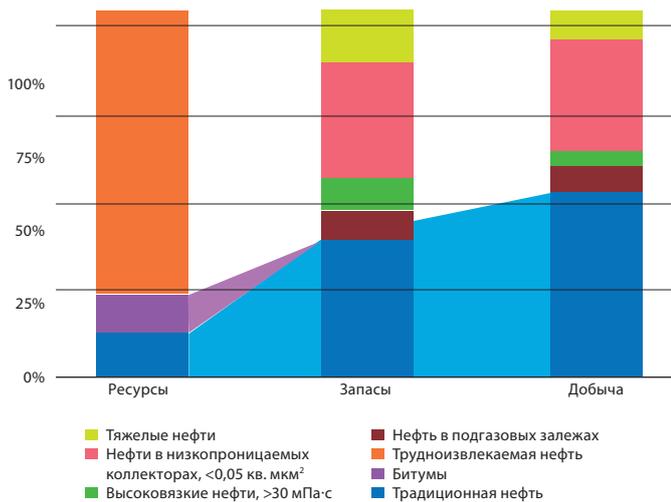


Рисунок 7. Соотношение ресурсов, запасов и добычи традиционной и нетрадиционной нефти в России*

* Прищепа О., Халимов Э. Трудноизвлекаемая нефть: потенциал, состояние и возможности освоения // Нефтегазовая вертикаль. – 2011. - №5. URL: <http://www.ngv.ru/upload/iblock/834/83455c2daf07a0712e5304d32062081b.pdf> (дата обращения 05.06.2018).

месторождения тяжелой высоковязкой нефти. Хотя добыча тяжелой и высоковязкой нефти в России минимальна, её доля в запасах, а также в ресурсах¹⁰, значительна (рисунок 7) и постоянно растет. Это обусловлено тем, что большинство вновь открываемых месторождений легкой нефти – средние и мелкие или являются трудноизвлекаемыми.

Тяжелая высоковязкая нефть обладает следующими недостатками по сравнению с легкой нефтью:

- в несколько раз меньший выход светлых нефтепродуктов при первичной переработке;
- повышенное содержание серы и ее соединений;

¹⁰ Ресурсы — это некоторая оценка количества нефти в потенциальной «ловушке» на тот случай, если в ней вообще есть нефть. Ресурсы переводятся в запасы только после успешного поисково-разведочного бурения (см., например: Юлмухамедов Д. Геологоразведка и запасы нефти. URL: <https://22century.ru/popular-science-publications/oil-exploration-1> (дата обращения 05.06.2018)).

- повышенное содержание других компонентов, затрудняющих работу оборудования (смолы, асфальтены, парафины).

Также необходимо отметить, что экономически целесообразно добывать и перерабатывать тяжелую высоковязкую нефть (а также битум) только при наличии технологий переработки в продукты с высокой добавленной стоимостью.

Востребованность продуктов нефтехимии

Основные продукты нефтехимии, области их применения и продукты нефтепереработки, служащие для них сырьем приведены в **таблице 1**.

В период с 2008 по 2015 год производство нефтегазохимического сырья (этан, сжиженные углеводородные газы (СУГ), нефтя) в России увеличилось на 64 %, а его использование для производства нефтегазохимической продукции и крупнотоннажных полимеров возросло почти на 43 %¹¹.

В настоящее время в России, с одной стороны, наблюдается высокий спрос на сырье для нефтехимии и первичную нефтехимическую продукцию, с другой, существует значительный дефицит первичного сырья, который ограничивает возможный рост производства отечественных предприятий нефтехимической продукции высоких переделов. В ближайшем будущем предполагается рост спроса на основное нефтехимическое сырье: по пропилену прогнозируется рост до 5% в год, по этилену до 3,5 – 4% в год¹². Введение новых мощностей переработки указанного сырья и переориентация поставок нефти на внутренний рынок, создание технологий получения различных типов новых мономеров и другой продукции на основе нефтехимического сырья приведет к резкому расширению спроса на новые технологии в данной сфере.

¹¹ Энергетическая стратегия России на период до 2035 года. С. 27. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/1920> (дата обращения 19.06.2018).

¹² Стратегическая платформа исследований Технологической платформы «Глубокая переработка углеводородных ресурсов». Москва, 2015. С. 80. URL: http://techplatforma.ru/images/docs/%D0%A1%D0%9F%D0%98_2015.pdf (дата обращения 14.06.2018).

Таблица 1. Основные продукты нефтехимии*

* Обобщено по Костину А. Популярная нефтехимия. М., 2013. С. 48-98. URL: http://sibur-tobolsk.ru/media/books/popular_oil.pdf (дата обращения 05.06.2018).

Продукты нефтехимии	Сфера применения	Сырье (продукт нефтепереработки)
Полиэтилен	Пленки, тара и упаковка, трубы и детали трубопроводов	Этилен
Полипропилен	Пленки, тара и упаковка, изделия и детали для автомобилестроения, трубы и детали трубопроводов	Пропилен
Полистирол	Пенопласты, корпуса техники, одноразовая посуда	Бензол, этилен
Поливинилхлорид	Профили (окна, подоконники, сайдинг, вагонка), пластикаты, напольные и настенные покрытия, пленки	Этилен
Синтетические каучуки	Резины (в том числе шинные), термоэластопласты для кровельных материалов и др., полимерно-битумные вяжущие материалы для дорог, синтетические латексы	1, 3 - бутadiен, изопрен, изобутилен
Полиэтилентерефталат (ПЭТФ)	«Пластиковые» бутылки, синтетические волокна (полиэфир)	Параксилон, этилен
Моноэтиленгликоль	Основной продукт антифризов и незамерзающих жидкостей, используется при производстве полиэтилентерефталата и полиуретанов	Этилен
Ацетон, фенол	Растворители (ацетон) и формальдегидные смолы (фенол)	Бензол, пропилен

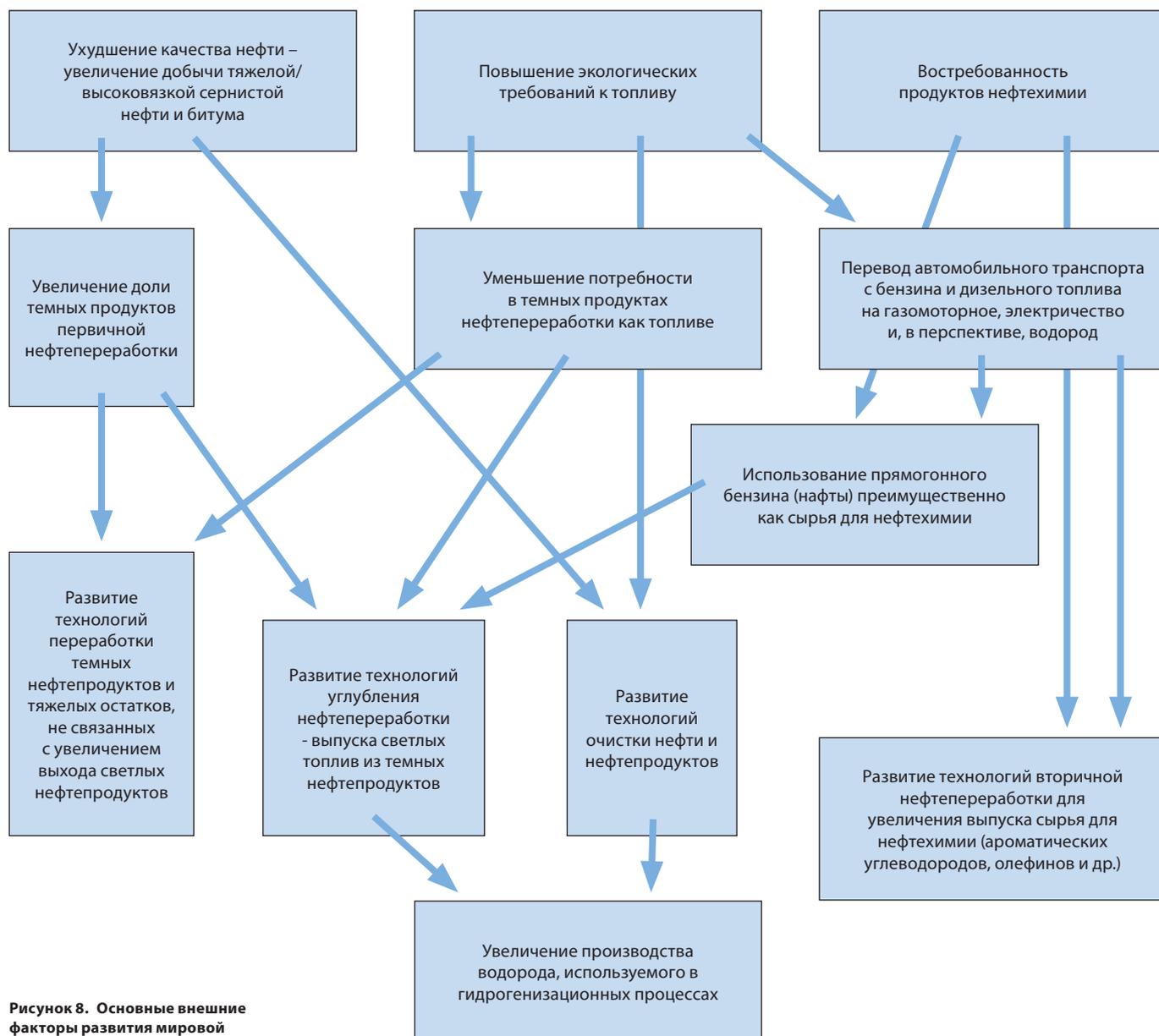


Рисунок 8. Основные внешние факторы развития мировой нефтепереработки.

На **рисунке 8** изображены основные внешние факторы развития нефтепереработки и их влияние на ее дальнейшее развитие. Обобщая сказанное выше, можно отметить, что все большая добыча тяжелой нефти увеличивает выход темных продуктов, которые, с другой стороны, все менее востребованы из экологических соображений. Это стимулирует развитие технологий углубления нефтепереработки – переработки темных фракций в светлые, а также технологий получения других товарных продуктов из темных нефтепродуктов и тяжелых остатков. Также будут более востребованы технологии очистки топлив от серы и других вредных компонентов, это требует больших объемов водорода для установок гидроочистки¹³.

Отказ от темных нефтепродуктов как топлива является первым этапом экологизации топливного рынка, второй – постепенный отказ не только от темных, но и от светлых нефтепродуктов (бензина и дизельного топлива) и переход на более экологичные виды энергоносителей (газ, электричество, водород). Сокращение востребованности нефтяных топлив приведет ко все большей ориентации нефтепереработки на производство сырья для нефтехимической промышленности.

Окончание статьи читайте в следующем номере журнала «Аматустройство».

¹³ Большие объемы водорода также необходимы для важного процесса углубления нефтепереработки - гидрокрекинга.