© В.В. Руденко, С.С. Жданкин, 2006

УДК 552.578.2.002.612

В.В. Руденко, С.С. Жданкин

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СЕГМЕНТАРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НА КАЧЕСТВО ВИДОВ КОНЕЧНОЙ ПРОДУКЦИИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

Семинар № 2

Проблема повышения качества продукции стоит и в отраслях отечественного нефтегазового комплекса, осуществляющего кардинальную организационную перестройку.

Качество продукции в нефтегазодобывающей отрасли определяется природными характеристиками месторождения углеводородного сырья и в меньшей мере зависит от деятельности добывающего предприятия.

Мировая цена на нефть определяется рядом факторов, в том числе и ее качественными характеристиками. Величина поправочного коэффициента к цене базисного сорта зависит от региона и условий рынка.

Система налогообложения нефтедобычи до сих пор не учитывает различия в качестве углеводородного сырья, хотя оно оказывает значительное влияние на рентабельность проектов разработки нефтяных и газовых месторождений, а следовательно, и на эффективность инвестиций.

Анализ структуры формирования себестоимости нефти (рис. 1), позволяет выделить три составляющие: горно-геологические и экономико-географические условия разработки, качественные характеристики нефти. В свою очередь каждая из составляющих складывается из ряда показателей:

1. Горно-геологические условия разработки:
   - начальные запасы;
   - мощность коллектора;
   - глубина залегания;
   - проницаемость коллектора;
   - гидропроводность;
   - дебиты;
   - темпы отбора;
   - выработанность запасов;
   - коэффициент извлечения;
   - стадии разработки.
2. Экономико-географические условия разработки:
   - географическое расположение объекта разработки;
   - районные нормативы затрат (коэффициент к заработной плате и пр.);
   - инфраструктура;
   - расстояние до нефтепровода;
   - налоги и сборы;
   - расчетная ставка транспортного тарифа.
3. Качественные характеристики нефти:
   - плотность;
   - содержание серы;
   - содержание хлористых солей;
   - фракционный состав;
   - вязкость;
   - содержание воды;

- содержание механических примесей.

Рис. 1. Структура формирования себестоимости нефти

Качественные характеристики, как сырой нефти, так и нефтепродуктов, получаемых из нее, определяется ее составом. Именно он определяет направление переработки нефти и влияет на конечные продукты.

Для оценки влияния сигментарных показателей сырой нефти на качество видов конечной продукции, проанализируем качественные показатели сырой нефти и нефтепродуктов, получаемых из нее.

Плотность – одно из главных свойств непереработанной нефти, которая зависит от содержания тяжелых углеводородов, таких как парафины и смолы, способствующих образованию стойких водонефтяных эмульсий и увеличивающих стоимость ее переработки. По плотности можно ориентировочно судить об углеводородном составе нефти и нефтепродуктов, поскольку ее значение для углеводородов различных групп различно. Более высокая плотность указывает на большее содержание ароматических углеводородов. Углеводороды нафтеновой группы занимают промежуточное положение. Таким образом, величина плотности до известной степени будет характеризовать не только химический состав и происхождение продукта, но и его качество. При характеристике плотности отдельных фракций нефти следует, прежде всего, отметить возрастание плотности с увеличением температуры кипения. Чем меньше плотность нефти, тем легче процесс ее переработки и выше качество получаемых из нее нефтепродуктов.

Соединения серы в составе нефти, как правило, являются вредной примесью. Они токсичны, имеют неприятный запах, способствуют отложению смол, в соединениях с водой вызывают интенсивную коррозию металла, приводят к необходимости защелачивания продуктов переработки, гидроочистке бензиновых фракций, «отравлению» катализаторов. Особенно в этом отношении опасны сероводород и меркаптаны. Они обладают высокой коррозийной способностью, разрушают цветные металлы и железо. Поэтому их присутствие в товарной нефти недопустимо. Если они входят в состав топлива, то при его сгорании происходят загрязняющие выбросы в атмосферу. Это происходит вследствие того, что сера, вступая в соединения с кислородом, образует диоксид серы, или сернистый ангидрид. Этот газ растворяется в воде, повышая ее кислотность. Именно этот процесс является основной причиной кислотных дождей, губительных для живой природы, поскольку они приводят к кислованию озер и почв.

Фракционный состав определяет наличие соединений, большинство из которых – комбинация атомов углерода и водорода. Каждое из этих соединений характеризуется собственной температурой кипения, что является важнейшим физическим свойством нефти, широко используемым в нефтеперерабатывающей промышленности. Увеличение содержания светлых фракций, приводящее к снижению затрат при производстве топлив, повышает качество нефти.

Вязкость определяется структурой углеводородов, составляющих нефть, т.е. их природой и соотношением, она характеризует возможность распыления и перекачивания нефти и нефтепродуктов: чем ниже вязкость жидкости, тем легче осуществлять ее транспортировку по трубопроводам, производить ее переработку. Особенно важна эта характеристика для определения качества масленых фракций, получаемых при переработке нефти и качества стандартных смазочных масел. Чем больше вязкость нефтяных фракций, тем больше температура их выкипания.

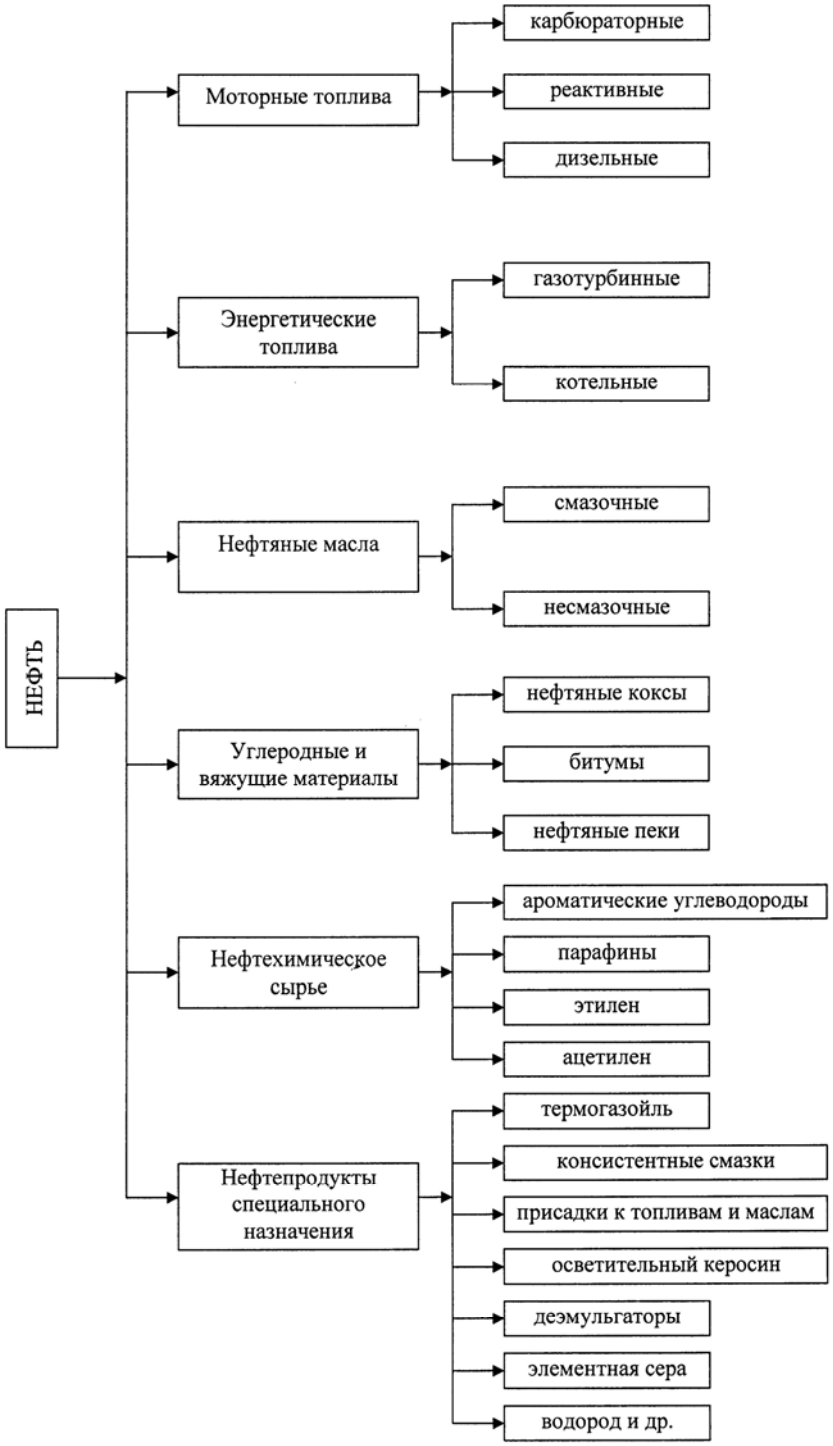

Рис. 2. Классификация нефтепродуктов

Присутствие в нефти воды, особенно с растворенными в ней хлористыми солями, осложняет ее переработку. При наличии воды в карбюраторном и дизельном топливе снижается их теплотворная способность, происходит засорение и закупорка частей двигателя автомобиля или авиалайнера. Кроме того, содержание воды в масле усиливает его склонность к окислению, ускоряет процесс коррозии металлических деталей, соприкасающихся с маслом.

Содержание в нефти хлористых солей очень вредно для нефтепереработки, так как они, во-первых, вызывают коррозию аппаратуры, а, во-вторых, являются каталитическими ядами, то есть ухудшают протекание многих химических процессов переработки нефти. И, наконец: в-третьих, соли не в лучшую сторону влияют на качество бензина, дизельного топлива и масел.

Присутствие механических примесей в нефти объясняется условиями залегания и способами добычи. Механические примеси состоят из частиц песка, глины и других твердых пород. Оседая на дно и стенки оборудования, образуют слой грязи и твердого осадка, при этом уменьшают его производительность, а при отложении осадка на стенках труб уменьшается их теплопроводность. Массовая доля механических примесей до 0,005 % включительно оценивается как их отсутствие.

Наибольшей ценностью обладает легкая нефть с низким содержанием серы, воды, солей и механических при-месей, а также с низкой вязкостью. В легкой нефти обычно больше бензина, нафты и керосина, в тяжелых – газойля и мазута. Существует три основных направления переработки нефти: топливное, топливно-масляное и нефтехимическое. Выбор конкретного направления переработки нефти и ассортимента выпускаемых нефтепродуктов определяется качеством сырой нефти.

Нефтеперерабатывающая промышленность вырабатывает более 500 наименований газообразных, жидких и твердых нефтепродуктов. Их принято классифицировать по назначению (рис. 2). Основными и наиболее известными группами нефтепродуктов являются:

Моторные топлива в зависимости от принципа работы двигателя подразделяют на: карбюраторные (авиационные и автомобильные бензины), реактивные и дизельные.

Энергетические топлива: газотурбинные и котельные.

Нефтяные масла: смазочные и несмазочные (несмазочные масла предназначены не для смазки, а для применения в качестве рабочих жидкостей в тормозных системах, трансформаторах, конденсаторах и т.п.).

Углеродные и вяжущие материалы: нефтяные коксы (применяются для изготовления электродов и коррозионно-устойчивой аппаратуры), битумы (дорожное строительство – в виде асфальта, а также производство электро- и гидроизоляционных материалов) и нефтяные пеки (изготовление электродов).

Нефтехимическое сырье: ароматические углеводороды (бензол, толуол, ксилолы, нафталин, и др., применяются для получения красителей и фармацевтических препаратов, в качестве растворителей), сырье для пиролиза, парафины и церезины (жидкие парафины служат сырьем для получения белково-витаминных концентратов, синтетических жирных кислоти поверхностно-активных веществ).

Нефтепродукты специального назначения подразделяются на: термогазойль (сырье для производства технического углерода), консистентные смазки, осветительный керосин, присадки к то-

пливам и маслам, деэмульгаторы, элементную серу, водород и др.

Основными продуктами переработки нефти являются: бензин, керосин, дизельное топливо, смазочное масло, газойль, мазут, битум, гудрон, кокс, парафин.

Основными качественными показателями являются:

- бензина - детонационная стойкость, концентрация свинца (г/1дм^3 бензина), концентрация железа (мг/дм^3), фракционный состав, давление насыщенных паров бензина (кПа), кислотность (мг КОН на 100 см^3 бензина), температура начало кристаллизации (°С), йодное число (в г йода на 100г бензина), массовая доля ароматических углеводородов (%), концентрация фактических смол (мг/ 100 см^3 бензина), индукционный период бензина (мин.), массовая доля серы (%), испытание на медной пластинке, содержание водорастворимых кислот и щелочей, содержание механических примесей и воды, цвет и плотность при 20° С (кг/м^3);
- керосина - плотность при 20° С (кг/м^3), фракционный состав, кинематическая вязкость (мм^2/с), низшая теплота сгорания (кДж/кг), высота некоптящего пламени (мм), температура вспышки в закрытом тигле (° С), температура начала кристаллизации (°С), температура помутнения (° С), кислотность (мг КОН на 100 см^3 керосина), йодное число (г йода на 100г топлива), зольность (%), цвет в условных единицах КНС, массовая доля серы (%), испытание на медной пластинке, содержание водорастворимых кислот и щелочей, содержание механических примесей и воды;
- дизельного топлива - плотность при 20° С (кг/м^3), цетановое число, температура застывания (°С), температура вспышки в закрытом тигле (°С), массовая доля серы (%), массовая доля меркаптановой серы (%), содержание сероводорода, кинематическая вязкость при 20° С (мм^2/с), испытание на медной пластине, кислотность (мг КОН/100 см^3), фракционный состав, зольность (%), коксуемость 10%-ного остатка (%), коэффициент фильтруемости, температура помутнения (°С), содержание водорастворимых кислот и щелочей, концентрация фактических смол (мг/100 см^3), йодное число (г йода на 100 г топлива), содержание механи-ческих примесей, содержание воды, предельная температура фильтруемости (°С);
- смазочных масел - вязкость кинематическая (мм^2/с), индекс вязкости, вязкость динамическая (Па-с), коксуемость (%), кислотное число (мг КОН на 1г масла), зольность (%), температура застывания (°С),температура начала Ки-пения (°С), температура вспышки в открытом тигле (°С), массовая доля механических примесей (%), содержание водорастворимых кислот и щелочей, массовая доля воды, испытание на медной пластине, плотность при 20 °С (г/см^3);
- газойля - плотность при 20 °С (кг/м^3), вязкость кинематическая (мм^2/с), массовая доля серы (%), температура застывания (°С), температура вспышки в открытом тигле (°С), массовая доля ванадия (%), коксуемость (%);
- мазута - вязкость кинематическая (мм^2/с), зольность (%), массовая доля механических примесей (%), массовая доля воды (%), содержание водорастворимых кислот и щелочей, массовая доля серы (%), температура вспышки в открытом тигле (°С), температура застывания (°С), теплота сгорания (кДж/кг), плотность при 20 °С (кг/м^3);
- битума - глубина проникновения иглы. 0,1мм, температура размягчения по кольцу и шару (°С), растяжимость (см), температура хрупкости (°С), температура вспышки (°С), изменение температуры размягчения после прогрева (°С), индекс пенетрации, изменение массы после про-

грева (%), растворимость (%), массовая доля воды (%), массовая доля парафина (%);

- гудрона - вязкость условная при 50 °С, температура вспышки (°С), содержание воды, температура размягчения по кольцу и шару (°С), плотность при 20 °С (г/см^3);
- кокса - массовая доля летучих веществ (%), зольность (%), массовая доля серы (%), массовая доля мелочи (%), действительная плотность после прокаливания при 1300 °С в течение 5 ч (г/см^3), истираемость (%), массовая доля: кремния, железа, ванадия (%), массовая доля общей влаги (%);
- парафина - температура плавления (°С), массовая доля масла (%), цвет, запах, пенетрация иглой при 25 °С, фракционный состав, температура вспышки в закрытом тигле, массовая доля серы (%), массовая доля воды (%), содержание механических примесей, содержание фенола, содержание фур-фурола, содержание водорастворимых кислот и щелочей.

В нашей работе мы постарались максимально подобно изучить почти все сигментарные показатели качества нефти и нефтепродуктов и рассмотреть их с точки зрения квалиметрической оценки. На разных этапах недропользования начиная с добычи и заканчивая переработкой нефти, качественные показатели занимают ведущую роль и являются определяющим фактором при выборе той или иной технологии разработки, подготовки и направления переработки. Анализ оценки результатов многочисленных исследований позволяет сделать вывод, что себестоимость нефти и мировые цены на нефть находятся в прямой зависимости от сигментарных показателей качества. Кроме этого, многообразие геологических условий, различные способы и системы разработки, подготовки и переработки на нефтяных месторождениях, а так же условия рыночной экономики в совокупности влияют на уровень количественных и качественных потерь. Поэтому наибольшую актуальность приобретает обоснование комплексной оценки недропользования, позволяющей выработать оптимальные технические решения по управлению полнотой и качеством извлечения запасов нефти из недр и осуществлять контроль за количественными и качественными потерями с учетом международных рыночных цен на конечную продукцию, ставок налогообложения, коньюктуры рынка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Попов В.Н, Х. Бадамсурэн, Буянов М.И., Руденко В.В.* Квалиметрия недр. Учебное пособие. Издательство академии горных наук, 2000 – 303 с.
2. *Попов В.Н., Руденко В.В., Х. Бадамсурэн, Экгард В.И., Буянов М.И.* Оценки недропользования. Учебное пособие. Издательство академии горных наук, 2001. – 296 с.
3. *Сыромятников Е.С.* Управление качеством на предприятиях нефтяной и газовой промышленности. Учебное пособие. Москва – Ижевск, 2001. – 176 с.

Коротко об авторах

Руденко В.В. – профессор, доктор технических наук,
Жданкин С.С. – аспирант,
Московский государственный горный университет.