

УДК 553.98.042(470+571)

Якуцени В.П., Петрова Ю.Э., Суханов А.А.

ДИНАМИКА ДОЛИ ОТНОСИТЕЛЬНОГО СОДЕРЖАНИЯ ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫХ ЗАПАСОВ НЕФТИ В ОБЩЕМ БАЛАНСЕ

Более половины открытых нефтяных месторождений содержат запасы трудноизвлекаемой нефти либо по качеству сырья – тяжелая, высоковязкая, либо по условиям залегания – проницаемость коллекторов менее $0,05 \text{ мкм}^2$. Месторождения с трудноизвлекаемыми нефтями характеризуются низкими и неустойчивыми дебитами скважин, эксплуатация которых находится на грани рентабельной разработки в современных условиях российского недропользования. Суммарная доля трудноизвлекаемых нефтей в текущих разведанных запасах России к настоящему моменту превысила 60% (в ХМАО – 67%). Структура остаточных запасов нефти резко ухудшается, что в немалой степени связано с введением фискального налога на добычу, способствовавшего выборочной эксплуатации лучшей части запасов, которые обеспечивают 2/3 добычи нефти в России. Тенденция увеличения доли трудноизвлекаемой нефти в её запасах будет расти и в будущем. Оставшееся количество пригодных для рентабельной в современных условиях отработки промышленных запасов нефти может обеспечить её добычу, в лучшем случае, до 2015 г. Основной путь решения этой проблемы – выполнение поисково-разведочных работ по выявлению и разведке новых месторождений; ввод в освоение ранее выявленных неразрабатываемых месторождений с соблюдением щадящих режимов их эксплуатации, особенно крупных по запасам; разработка новых высокоэффективных технологий добычи нефти, комплексный подход к её переработке и совершенствование нормативно-правовой базы в нефтедобывающих отраслях.

Ключевые слова: *трудноизвлекаемые запасы нефти, структура запасов нефти, структура добычи нефти, тяжёлые нефти, низкопроницаемые коллектора, рентабельность разработки.*

В Российской Федерации к 2006 г. открыто более 2,5 тысяч месторождений с нефтяными залежами. Более половины из них содержат запасы трудноизвлекаемой нефти либо по качеству сырья – тяжелая (плотность более $0,92 \text{ г/см}^3$), высоковязкая (более 30 МПа•с в норм. усл.), либо по условиям залегания – проницаемость коллекторов менее $0,05 \text{ мкм}^2$. В их числе также подгазовые залежи. Месторождения с трудноизвлекаемыми нефтями характеризуются низкими и неустойчивыми дебитами скважин, эксплуатация которых находится на грани рентабельной разработки в современных условиях российского недропользования. Их освоение сопровождается более дорогостоящими технологиями, чем обычных нефтей.

Кроме того, косвенно на себестоимость нефти оказывает влияние повышенная сернистость (более 2%), т.к. такая нефть требует существенных затрат при переработке. По состоянию на 01.01.06 г. в России в текущих запасах нефти промышленных категорий порядка 14% разведанных запасов составляют тяжелые нефти (22% Приволжского ФО, 11%

- Уральского), 12% - высокосернистые и 11% - высоковязкие (преимущественно Приволжский и Северо-Западный ФО) (рис. 1).

Около 38 % запасов нефти приходится на коллектора с низкой проницаемостью, в т.ч. ~ 47% текущих запасов Западной Сибири, более 25% - Волго-Уральской НГП и 19% - в Тимано-Печорской провинции. Учитывая тот факт, что многие месторождения сочетают ряд неблагоприятных факторов затрудняющих их разработку: запасы тяжелых нефтей сосредоточены в низкопроницаемых коллекторах - Усинское Н (Коми АО) - 78% запасов нефтей, Ван-Еганское НГК (ХМАО) - 60%, Павловское ГН (Пермская обл.) - 27%, а другие, например Верхне-Колик-Еганское НГК (ХМАО), содержат тяжелую нефть в коллекторах с хорошей проницаемостью - 30%, легкую - в низкопроницаемых - 50%; суммарная доля трудноизвлекаемых нефтей в текущих разведанных запасах России к настоящему моменту превысила 60% (в ХМАО – 67%). При этом, структура остаточных запасов нефти резко ухудшается, что в немалой степени связано с введением фискального налога на добычу, способствовавшего выборочной эксплуатации лучшей части запасов особенно для крупных (запасы более 30 млн. т) месторождений, то есть тех которые обеспечивают 2/3 добычи нефти в России (рис. 2).

Негативным показателем в структуре запасов крупных разрабатываемых месторождений на ближайшую перспективу является их высокая выработанность, в целом составляет 52% а по многим из них достигающая 70 - 80%, то есть лучшая часть этих месторождений выработана, а оставшаяся содержит в основном трудноизвлекаемые запасы нефти.

Текущие запасы нефти в абсолютном выражении остаются достаточно значительными, но на протяжении 12 лет они не восполняли добычу и лишь в 2006 г. прирост запасов превысил её убыль за счет добычи, но тенденция падения темпа прироста сохранилась (рис. 3). При этом 1/3 нефти была извлечена из низкопроницаемых коллекторов (в т.ч. 35% от объема добычи в Уральском ФО), на долю тяжелых высоковязких нефтей пришлось около 7,5% а сернистых – 14% (в т.ч. 18,5% и 50% соответственно, добычи Приволжского ФО) и еще 9% было добыто из подгазовых залежей (рис. 4). Если рассматривать структуру добычи в динамике, то в ней также как и для запасов характерным является постоянное увеличение доли трудноизвлекаемой нефти.

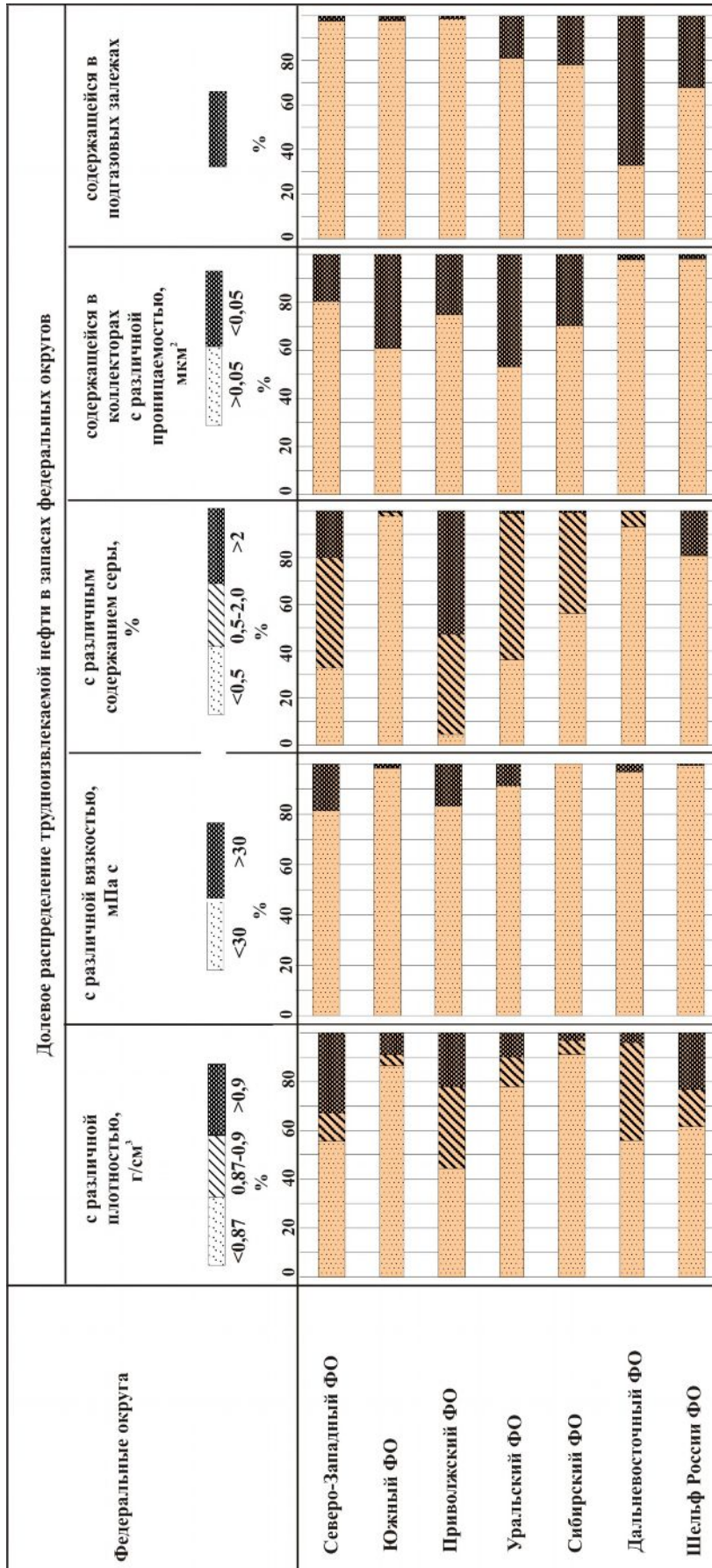
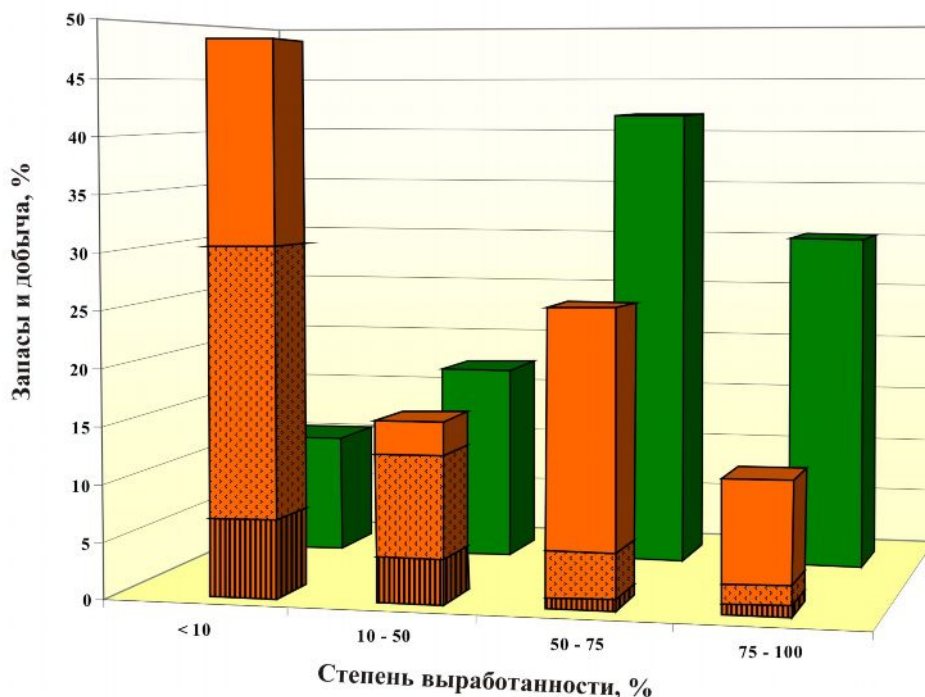


Рис. 1. Долевое распределение трудноизвлекаемой нефти в запасах федеральных округов



Условные обозначения: Запасы нефти:

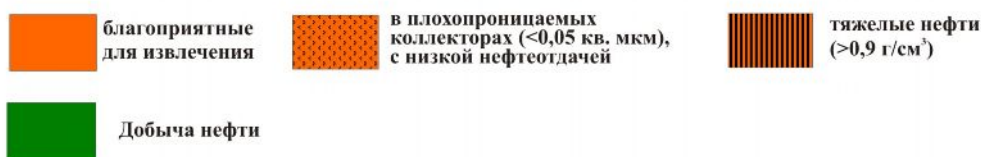


Рис. 2. Распределение текущих извлекаемых запасов и добычи нефти на крупных (более 30 млн. т) месторождениях по степени их выработанности

Вместе с негативными чертами изменения структуры запасов в сторону их общего уменьшения при увеличении доли трудноизвлекаемой нефти (рис. 5) необходимо отметить и ряд позитивных – так, например, тяжелая нефть с одной стороны требует дорогостоящих технологий разработки, а, с другой, может являться в ряде НГБ России источником дефицитных редких металлов, что позволяет рассматривать её как комплексное сырьё, повышающее её товарную ценность. В частности, в США, Канаде, Венесуэле, Швеции налажено промышленное извлечение из тяжелых нефтей и битумов ванадия, никеля, ртути и других элементов.

Тяжелые нефти России обладают, в целом, значительным резервом добычи и являются ценным сырьём как для топливно-энергетической, так и для нефтехимической промышленности. Они могут обеспечивать промышленность котельным и моторным топливом и широкой гаммой продукции для различных отраслей промышленности.

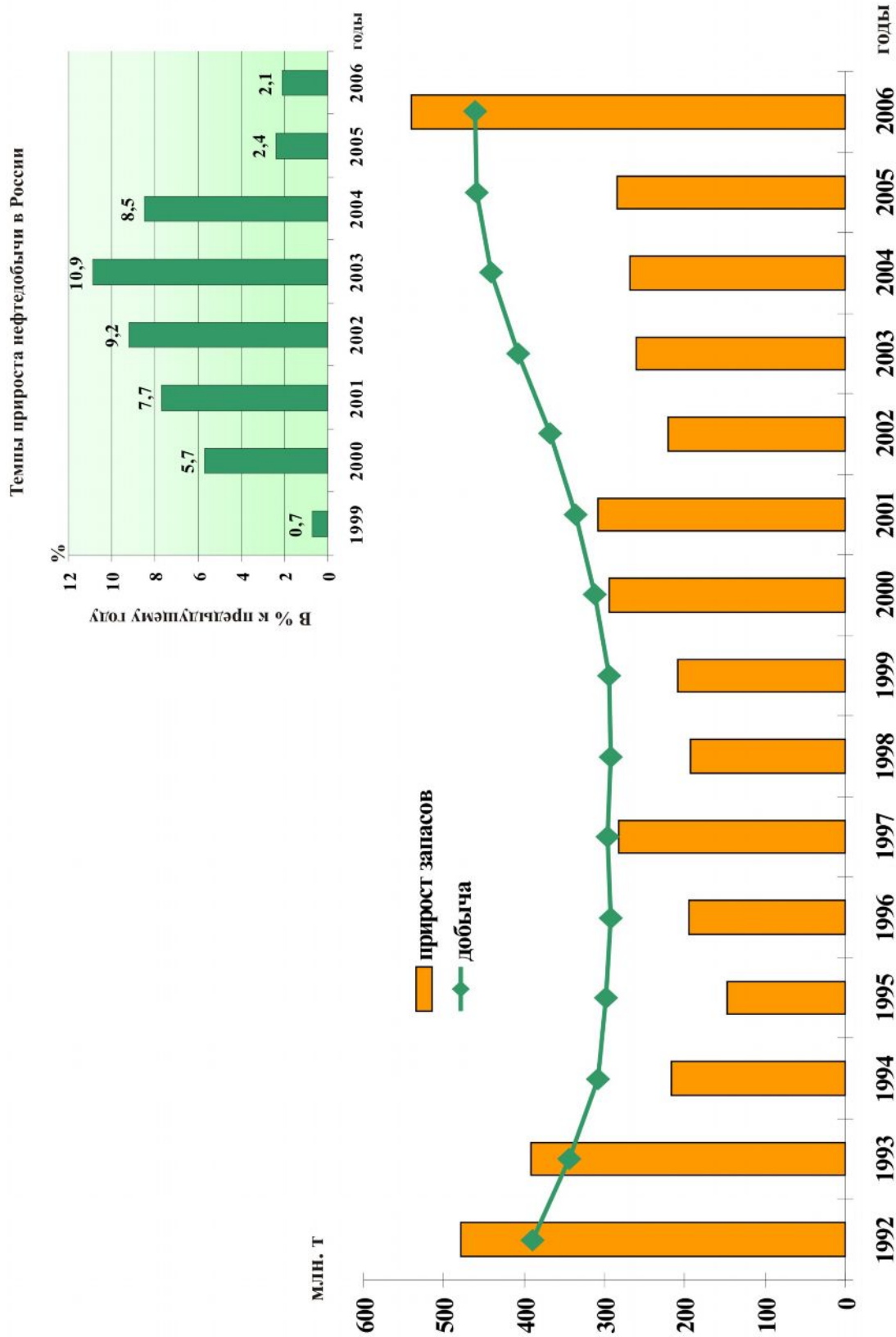


Рис. 3. Динамика годового прироста промышленных запасов (за счет проведения ГРП) и добычи нефти за 1992-2005 гг.

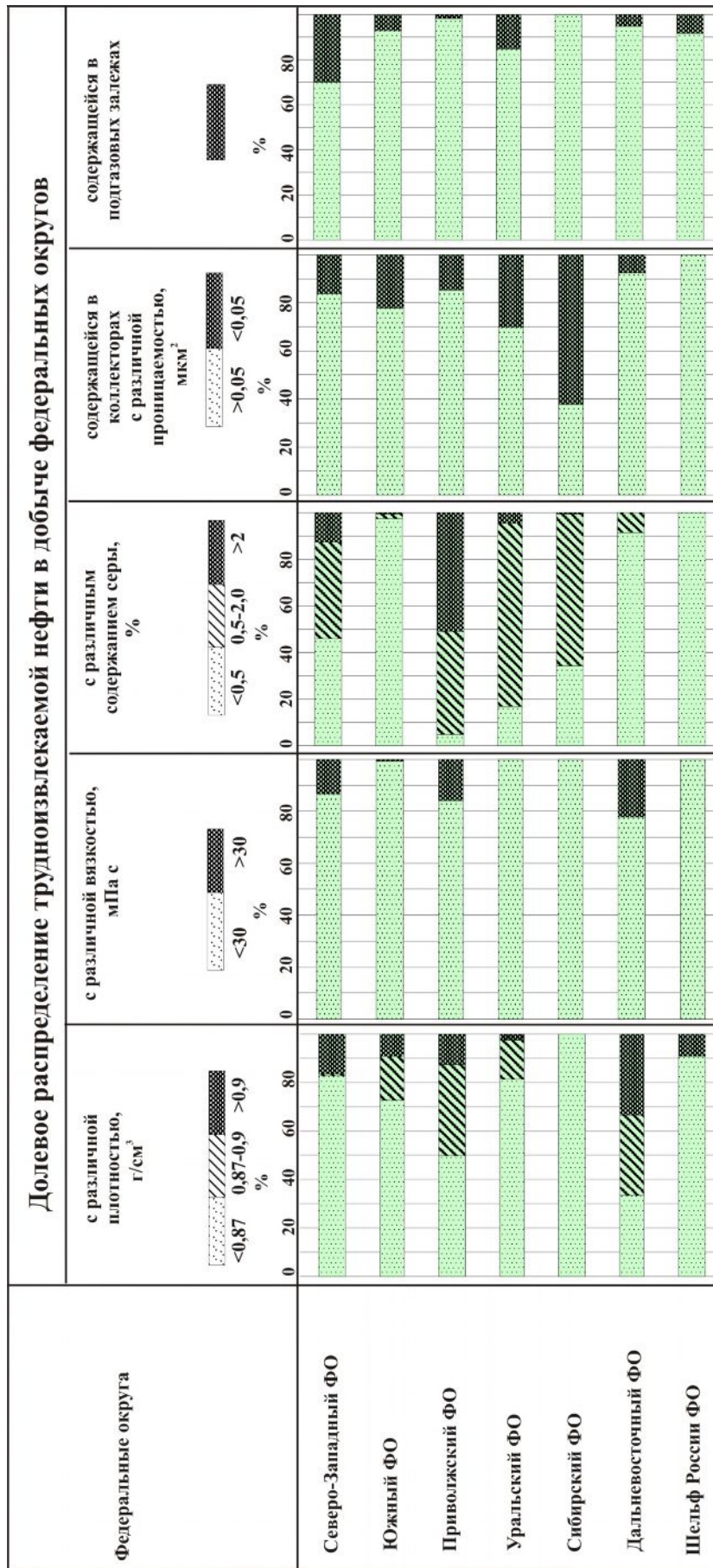


Рис. 4. Долевое распределение трудноизвлекаемой нефти в добыче федеральных округов

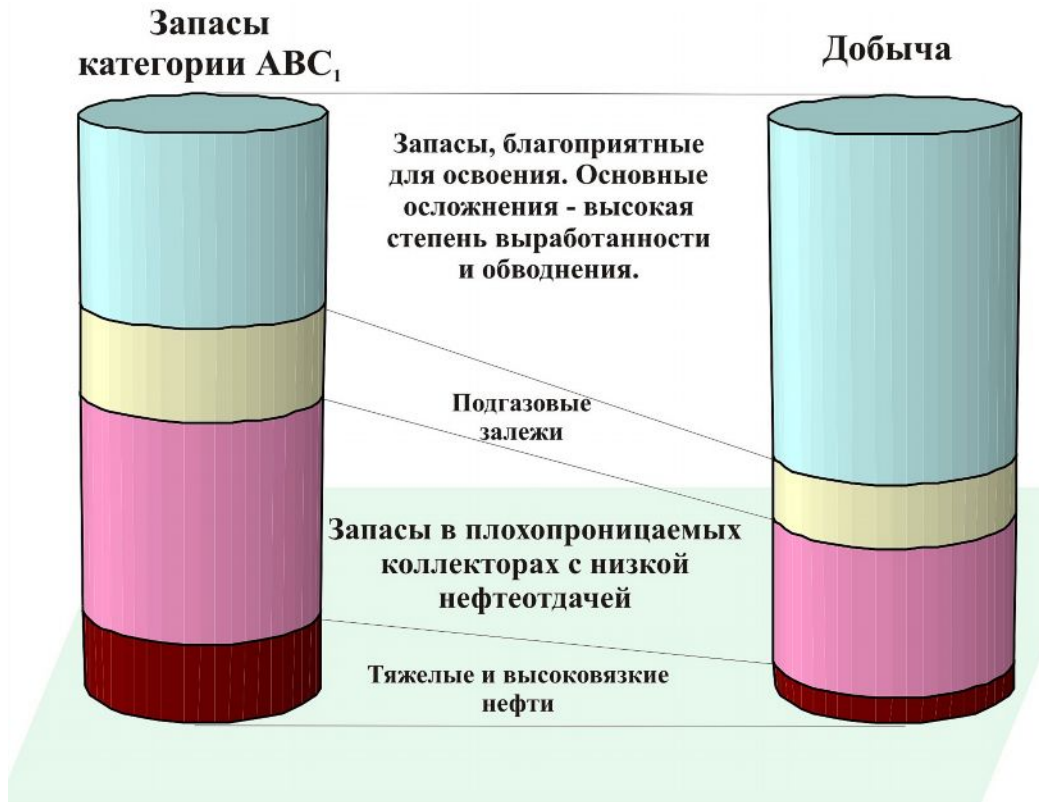


Рис. 5. Структура качества запасов нефти и их добычи в РФ (на 01.01.2006 г.)

Основная часть запасов тяжелых нефтей в Российской Федерации сосредоточена в Уральском и Приволжском ФО (46% и 26% соответственно, от общего объема запасов тяжелых нефтей) и благоприятна для разработки, находится на глубинах 700 - 1500 м, пластовая вязкость меньше 50 мПа с, плотность меньше 0,934 г/см³, эффективная нефтенасыщенная толщина продуктивных пластов более 5 м, открытая пористость выше 15%, проницаемость более 0,1мкм² (рис. 6).

По химическому составу наиболее благоприятны нефти Западной Сибири и Краснодарского края - малосернистые, малопарафинистые и смолистые. Нефти Тимано-Печорской НГП, в основном, сернистые и высокосмолистые. Нефти Волго-Уральской НГП парафинистые и наиболее высокосернистые и высокосмолистые. В них определены наиболее высокие, по сравнению с другими НГП, концентрации Mo, Sc, Ga, Ge, Re, Y, Nd, Sm и других.

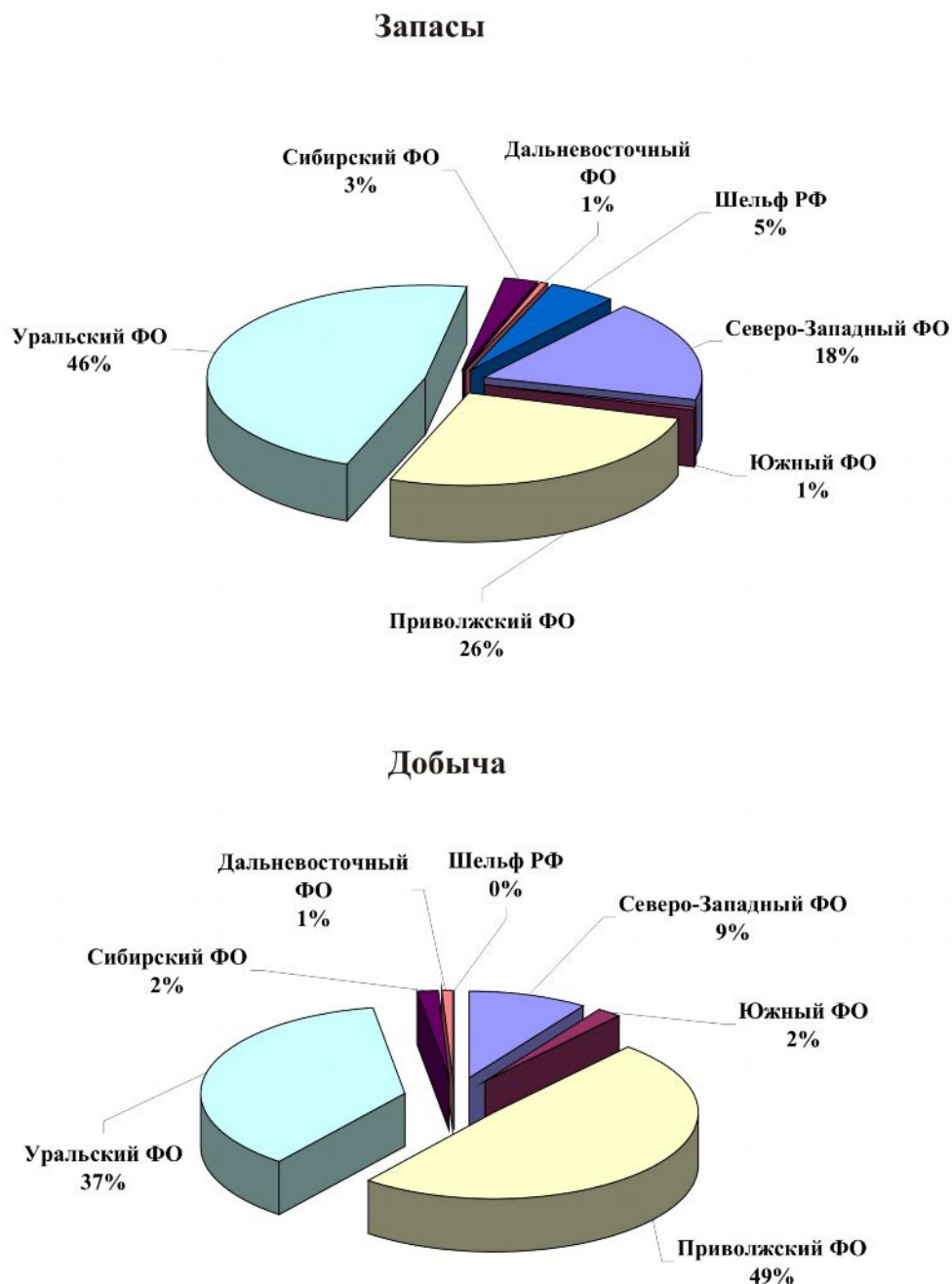


Рис. 6. Распределение извлекаемых запасов и добычи тяжелых нефтей в РФ

Одной из важных проблем при разработке нефтей, особенно крупных залежей Западной Сибири, Лено-Тунгусской провинции, является проблема низкой проницаемости продуктивных коллекторов. Именно она сдерживает освоение ряда месторождений Ханты-Мансийской впадины, в ее обрамленьях, а также продуктивного рифея Юрубчено-Тохомской зоны, в результате чего в разведанных запасах, не вовлекаемых в разработку, растет доля залежей с трудноизвлекаемыми запасами (рис. 7). Вместе с тем, именно с

низкопроницаемыми коллекторами связаны перспективы прироста запасов нефти в большинстве осадочных бассейнах российской суши.

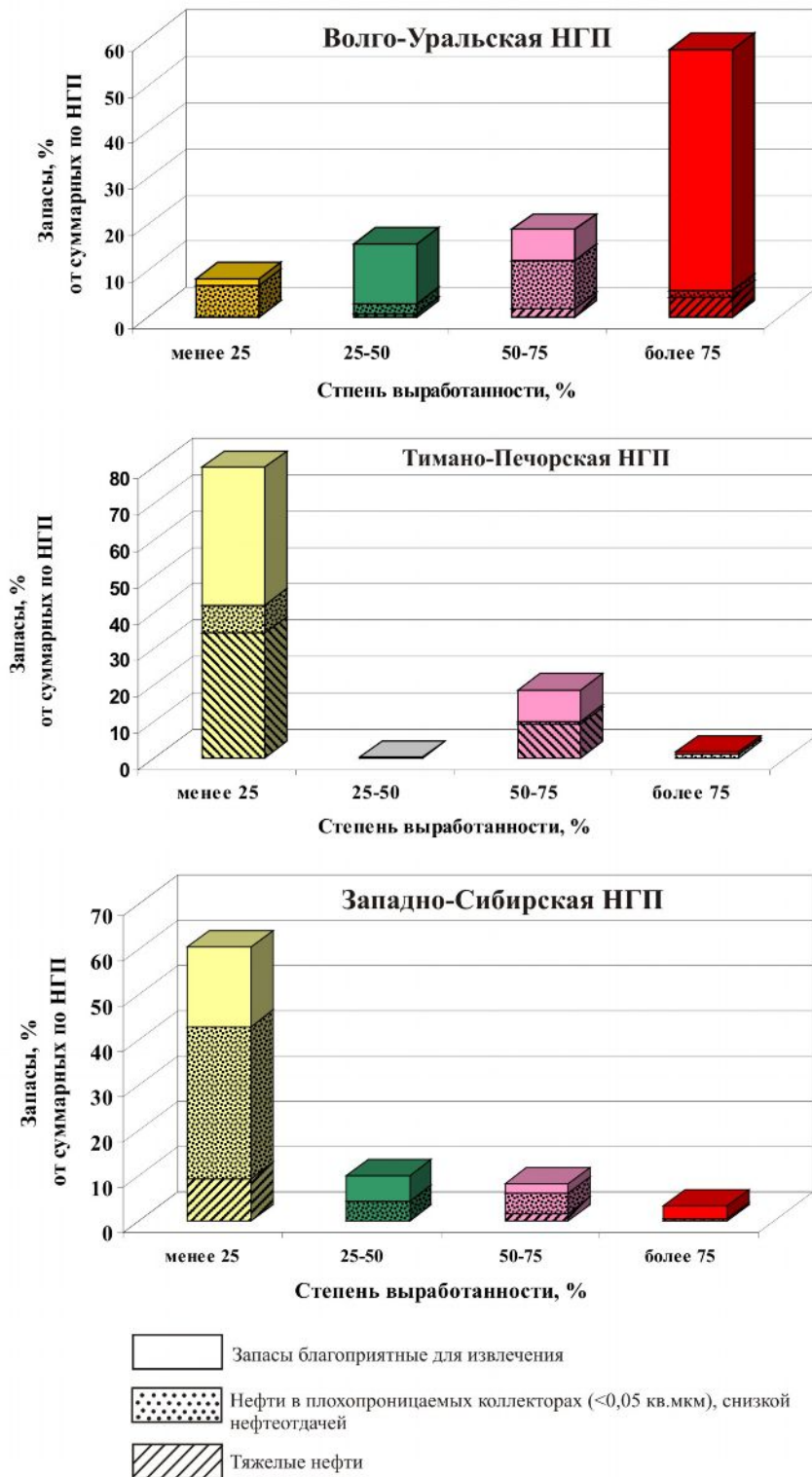


Рис. 7. Распределение и структура нефтей по степени их выработанности

Так например, потенциальные ресурсы нефти в низкопроницаемых коллекторах по оценкам ВНИГРИ (автор Б.А. Лебедев, 2003) в Западной Сибири составляют ~ 39 млрд. т, а в Восточной Сибири - 16 млрд т. Преобладание в прогнозных ресурсах, особенно в пределах самых богатых земель, низкопроницаемых коллекторов делает важнейшей практической задачей разработку комплексных технологий, направленных на повышение дебитности и коэффициентов извлечения, т.к. по условиям освоения они отличаются от традиционных - в них нет или мало пластовой воды, им присущи неравномерная проницаемость, сильно колеблющиеся соотношения между поровой и трещинной проницаемостью и, что особенно существенно, наличие непроницаемых или слабо проницаемых перемычек в резервуаре, относящемуся к одному литологическому телу.

Подводя итог, следует отметить, что тенденция увеличения доли трудноизвлекаемой нефти в её запасах будет расти и в будущем. Такая структура запасов при известных технологиях добычи способна лишь поддерживать ее до известных пределов, но не наращивать. В частности, даже разработка ряда крупных месторождений Западной Сибири (Приобское, Русское, Салымское и др.), Тимано-Печорской провинции (Ярега, многие месторождения Варандей-Адзвинской зоны) и других регионов России не сулит высокой эффективности. Оставшееся количество пригодных для рентабельной в современных условиях отработки промышленных запасов нефти может обеспечить её добычу, в лучшем случае, до 2015 г.

Основной путь решения этой проблемы – выполнение поисково-разведочных работ по выявлению и разведке новых месторождений; ввод в освоение ранее выявленных неразрабатываемых месторождений с соблюдением щадящих режимов их эксплуатации, особенно крупных по запасам; разработка новых высокоэффективных технологий добычи нефти, комплексный подход к её переработке и совершенствование нормативно-правовой базы в нефтедобывающих отраслях. Прежде всего, введение налоговых каникул на освоение месторождений с трудноизвлекаемыми запасами нефти, замена введенного с 2002 г. фискального налога на рентный и, соответственно, разработка и введение новой классификационной шкалы для оценки рентабельности освоения трудноизвлекаемых запасов нефтей для разных уровней мировых цен на нефть.

Литература

Белонин М.Д., Якуцени В.П. Проблемы сырьевого обеспечения ТЭК России // Сырьевая база углеводородного сырья и его прогноз. Нетрадиционные источники углеводородного сырья. – СПб.: Недра, 2004. С. 4 – 17.

Кругликов Н.М., Жузе Н.Г. Тяжелые нефти Российской Федерации. Геология, запасы, их качество // Геология нефти и газа, 1998, №3. С. 2 – 8.

Якуцени В.П., Жузе Н.Г., Кругликов Н.М., Лебедев Б.А., Петрова Ю.Э, Тимошенкова Н.В. Проблемы подготовки к освоению нетрадиционных видов и источников углеводородного сырья // Докл. Всероссийский съезд геологов и научно-практической геологической конференции, посвященных 300-летию горно-геологической службы. СПб.: ВНИГРИ, 2000. С. 312 - 322.

Якуцени В.П., Петрова Ю.Э. Роль нетрадиционных видов и источников углеводородного сырья в топливно-энергетическом балансе России // Сырьевая база углеводородного сырья и его прогноз. Нетрадиционные источники углеводородного сырья. – СПб.: Недра, 2004. С. 200 – 213.

Рецензент: Подольский Юрий Васильевич, доктор геолого-минералогических наук.