

Р.Х. Муслимов

Государственный советник при Президенте Республики Татарстан по вопросам недропользования, нефти и газа, Казань



ВЫДАЮЩАЯСЯ РОЛЬ БАВЛИНСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ В ФОРМИРОВАНИИ ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ВЫРАБОТКИ ПРОДУКТИВНЫХ ПЛАСТОВ

Нефтяная промышленность Республики Татарстан имеет более чем 60-летнюю историю. За прошедшие 60 лет нефтегазодобывающее управление «Бавлынефть» прошло славный путь становления и развития нефтедобывающей отрасли.

НГДУ «Бавлынефть» расположено на крайнем юго-востоке РТ, пожалуй, на самых перспективных землях Татарстана. Нефтеносны здесь практически все перспективные горизонты палеозоя, отмеченные в Волго-Уральской нефтегазоносной провинции. И это обстоятельство весьма умело использовалось НГДУ «Бавлынефть», которое постоянно заботилось о приросте запасов нефти, выполняя и перевыполняя задания Татнефти по приросту запасов нефти. Несмотря на высокую оплодотворенность недр, здесь обеспечивается расширенное воспроизводство запасов и открываются новые месторождения и залежи нефти. За 2000 – 2005 гг. на территории деятельности НГДУ открыто 8 новых нефтяных месторождений. Такие замечательные результаты получены за счет применения новых методов и технологий нефтепоисковых работ, новой методики доразведки (Муслимов и др., 1974) и постоянному совершенствованию разработки нефтяных месторождений.

Но главной заслугой НГДУ «Бавлынефть» и института «ТатНИПИнефть» является освоение Бавлинского нефтяного месторождения.

Это месторождение примечательно тем, что многие научно-технические достижения в нефтяной отрасли здесь применялись впервые. Впервые здесь была внедрена комплексная методика ускоренной подготовки нефтяных месторождений к разработке, новая методика доразведки, предусматривающая применение более совершенной техники и технологии геологических исследований, избирательная система разработки, новые методы увеличения нефтеотдачи (МУН) и ОПЗ скважин.

Хотя основой добычи нефти в республике было открытие супергигантского Ромашкинского месторождения, принципиально важной для развития нефтяной промышленности явилась разработка Бавлинского нефтяного месторождения, открытого в 1944 г.

Разведка и доразведка этого месторождения велись в течение 50-ти лет. При этом расширялись его границы и увеличивался диапазон нефтеносности разреза. Проведенными геологоразведочными работами (ГРП) постоянно наращивалась площадь месторождения, в результате чего Бавлинское месторождение сегодня можно отнести к категории гигантских по западной классификации.

На Бавлинском месторождении впервые была при-

менена комплексная методика ускоренной подготовки к разработке, заключающаяся в поэтапном проведении ГРП, повышении роли эксплуатационного бурения при изучении базисного и особенно вышележащих объектов, а затем внедрении новой методики доразведки, предусматривающей применение новой техники и технологии геологических исследований. Применение этой методики позволило ускорить ввод в разработку практически неразведанного месторождения, начав с более продуктивного базисного объекта – горизонта Д. Затем были изучены регионально нефтеносные отложения нижнего карбона, позволившие подготовить к разработке и ввести в 1958 – 1965 гг. в эксплуатацию залежи нефти в терригенных отложениях нижнего карбона.

Более сложной оказалась подготовка к разработке залежей нефти в сложнопостроенных карбонатных отложениях верхнетурнейского подъяруса. Геолого-разведочные

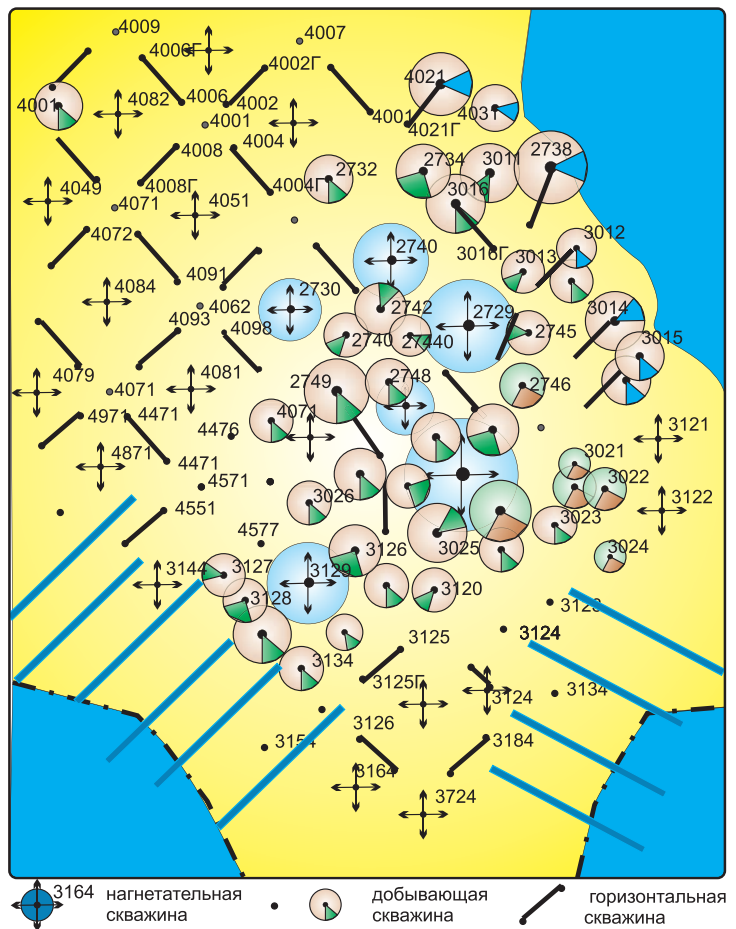


Рис. 1. Схема размещения горизонтальных скважин на Корбокском участке Бавлинского месторождения.

работы и исследование добычных возможностей этих отложений проводились в течение всего периода от открытия месторождения до сегодняшних дней.

В настоящее время проводится доразведка и подготовка к разработке небольших залежей в других локально нефтеносных горизонтах девона и карбона.

Бавлинское месторождение вслед за соседним Туймазинским стало полигоном, на котором использовались новейшие технологии и технические средства разработки.

К началу разбуривания и освоения систем законтурного заводнения, принятого по аналогии с Туймазинским месторождением, многие вопросы разработки были дискуссионными и непонятными для большинства исследователей. Это касалось оптимальных и допустимых значений давлений на устье нагнетательных и забоях добывающих скважин, расстояний между нагнетательными и добывающими скважинами, системы размещения и плотности сетки скважин, характера продвижения ВНК и заводнения коллекторов, определения проектных значений нефтеотдачи и влияния геолого-физических параметров пластов и технологий разработки на нефтеизвлечение. Все эти вопросы были поставлены впервые, и впервые их пришлось решать нефтяникам нашей страны на залежи нефти горизонта D_1 Бавлинского и D_1, D_{11} Туймазинского месторождений, причем на первом – весьма оригинальным способом – широким многолетним экспериментированием в промысловых условиях.

Бавлинское месторождение известно по всей стране и за рубежом благодаря проведению на нем в течение трех десятилетий уникального промышленного эксперимента по изучению влияния плотности сетки скважин на производительность залежи и нефтеизвлечение.

О том, как мало нефтяники знали о разработке, говорит обозначение целей проводимого эксперимента и перечень локальных задач, которые ВНИИнефть планировало решать в процессе эксперимента. Основные цели эксперимента были следующие:

1. Доказать возможность сохранения достигнутого объема добычи нефти из пласта D_1 10000 т/сут при остановке около 50% скважин действующего эксплуатационного фонда.

2. Изучить в реальных условиях разработки пласта D_1 зависимость нефтеизвлечения от плотности размещения скважин.

Первая задача эксперимента была поставлена в связи с тем, что многими ведущими специалистами высказывались сомнения и возражения относительно возможности получения запроектированного объема добычи нефти на Ромашкинском нефтяном месторождении при вдвое меньшей плотности сетки добывающих скважин.

Вторая основная задача промышленного эксперимента – определение влияния плотности сетки скважин на нефтеотдачу пласта – является одной из важнейших научных и практических проблем нефтяной промышленности. Для решения ее требуется длительное время и тщательное проведение большого комплекса теоретических и промысловых исследований.

Независимо от поставленных задач фактически на месторождении осуществлялся другой эксперимент по определению возможности выработки запасов нефти водонефтяной зоны (ВНЗ) скважинами, расположенными в чи-

сто нефтяной части залежи, т.е. без разбуривания ВНЗ. ВНИИнефть на электроинтеграторе ЭИС проанализирован процесс разработки пласта D_1 с учетом влияния разработки соседнего Туймазинского месторождения с целью решения следующих основных задач:

1. В каком порядке и за какой промежуток времени остановить скважины, чтобы не вызвать нарушение установившегося режима работы пласта?

2. Как будет изменяться пластовое давление в период остановки скважин и в процессе эксплуатации (разработки) месторождения?

3. Каким образом распределить дебиты по скважинам и рядам после остановки части скважин?

4. Сохранится ли достигнутый объем добычи нефти из пласта D_1 при остановке половины эксплуатационного фонда скважин?

5. Как будут стягиваться контуры нефтеносности?

6. Оценка нефтеизвлечения в процессе эксперимента.

Основные результаты проведенного эксперимента можно сформулировать так:

1. В процессе многолетних исследований разработаны и усовершенствованы методы геолого-промыслового анализа, выявлены особенности продвижения контуров нефтеносности, подъема водонефтяного контакта (ВНК) и продвижения нагнетаемой воды в процессе разработки месторождения, с поддержанием пластового давления путем законтурного и, на поздней стадии, внутриконтурного заводнения.

2. Вытеснение нефти в пределах широких водонефтяных зон к забоям добывающих скважин внутренних рядов, как это предусматривалось первоначальными проектными документами, осуществляется лишь частично и не может обеспечить выработку водонефтяных зон. Недостаточная разбуренность ВНЗ привела к отбору остаточных запасов на завершающей стадии разработки со значительной обводненностью добываемой продукции.

3. Сохранение достигнутого уровня добычи нефти при вдвое меньшем числе скважин было обусловлено ранней стадией разработки и наличием высоких добычных возможностей скважин.

4. Влияние плотности сетки скважин на нефтеизвлечение оказалось более существенным, чем планировалось в первых и последующих проектных документах (прогнозировались потери 0,25 – 1,5%) для условий пласта D_1 , имеющего высокие коллекторские свойства и сравнительно однородное строение, насыщенного нефтью малой вязкости. Фактические потери от разрежения сетки скважин с 20 до 40 га/скв различными исследователями оцениваются от 4,7 до 6,7% (Муслимов и др., 1996).

5. Осуществление разработки по первоначальной системе не обеспечивает достижение запроектированного коэффициента нефтеизвлечения.

6. Экспериментальные работы оказывают отрицательное влияние на конечные результаты. В настоящее время эксплуатационное бурение дополнительных скважин ведется с большим риском и осторожностью из-за боязни получения непродуктивных скважин. Экономия средств в начальной стадии разработки привела к неоправданно большим затратам средств на поздней стадии разработки. Поэтому сделан вывод о необходимости разбуривания всей площади залежи с самого начала разработки.

7. Таким образом, проведенный эксперимент однозначно показал на необходимость разбуривания всей залежи (включая и водонефтяные зоны) с самого начала равномерной оптимальной сеткой скважин, с проектированием резервных скважин для бурения на поздней стадии разработки на остаточные невырабатываемые запасы и для формирования зон стягивания контуров нефтеносности.

Плотность сетки скважин оказывает существенное влияние на производительность и нефтеизвлечение залежей даже в условиях сравнительно однородных высокопродуктивных эксплуатационных объектов типа горизонта Д₁ Бавлинского месторождения. Это влияние тем больше, чем выше неоднородность и расчлененность объекта и чем ниже коллекторские свойства пластов.

Подчеркнем наиболее важный результат экспериментальных работ – установление существенного влияния плотности сетки скважин на нефтеотдачу даже при исключительно благоприятных геолого-физических параметрах горизонта Д₁. Определенные экспериментальным путем потери нефтеотдачи при разряжении сетки с 26 до 84 га/скв. по ВНЗ составили по различным оценкам от 6.2 до 12.7 пунктов, а при разрежении сетки вдвое по чисто нефтяной зоне от 3.1 до 4 пунктов, а в целом по залежи горизонта Д₁ от 4.7 до 6.7 пунктов, что существенно выше ранее прогнозируемых 0.25-1.5 пункта.

Некоторые исследователи считают, что поскольку залежь горизонта Д₁ Бавлинского месторождения по геолого-физическим свойствам является более благоприятной, полученные в результате эксперимента принципы разработки не могли быть использованы при эксплуатации других месторождений, с более сложными геологическими параметрами. Но это не так. В целом, несмотря на негативные стороны, в результате экспериментальных работ были получены очень важные научные и практические выводы, которые использовались при разработке других месторождений.

Так, на залежи Д₁Д₀ Ромашкинского месторождения, характеризующейся в 2,3 – 2,5 раза большей неоднородностью пластов и более худшими коллекторскими свойствами, ВНЗ разбуривались с самого начала разработки с такой же системой скважин как ЧНЗ (чисто нефтяные зоны). С поправкой на более сложные геологические условия здесь были приняты более высокие градиенты давления при воздействии на залежь, применялось многостадийное разбуривание. Затем и на Бавлинском были использованы результаты, полученные, в свою очередь, на Ромашкинском месторождении: блоковое разрезание и интенсификация разработки залежи на поздней стадии, бурение дополнительных скважин, форсированный отбор жидкости, циклическое заводнение и т.д.

Не менее важные результаты были получены при разработке залежей нефти весьма неоднородных терригенных пластов бобриковского горизонта, насыщенных нефтью повышенной вязкости. По залежи бобриковского горизонта получено высокое нефтеизвлечение 0,32–0.45 при обводненности пласта немногим более 80% и водонефтяном факторе около 2.

Опыт разработки этой залежи подтвердил необходимость разбуривания всей залежи по равномерной сетке скважин с оптимальным расстоянием между скважинами 283 м. Было выявлено, что принятое решение по разбуриванию

неоднородных пластов с различной сеткой скважин в зависимости от нефтенасыщенной толщины было неверным. Залежь нефти необходимо было разбурить в пределах внешнего контура нефтеносности по одной сетке скважин без выделения участков с различной толщиной.

На залежи бобриковского горизонта Бавлинского месторождения впервые в отрасли была применена избирательная система разработки, впоследствии широко разрабатываемая авторами (Мухарский, Лысенко, 1972).

Опыт разработки залежи показал, что на начальных стадиях эксплуатации применение сочетания избирательного с законтурным (приконтурным) заводнением явилось эффективным средством интенсификации добычи нефти. Затем происходил преждевременный прорыв закачиваемой воды и интенсивное обводнение залежи. Для выравнивания фронта вытеснения система заводнения совершенствовалась путем создания линейных, замкнутых систем заводнения.

Был сделан вывод о возможности применения избирательных систем разработки в начальной стадии с переходом в дальнейшем к блочным системам с разрезанием залежи по линиям и участкам опережающего заводнения пластов.

Еще более интересной и поучительной является разработка залежей верхнетурнейского подъяруса, приуроченных к слабопроницаемым карбонатным коллекторам особо сложного геологического строения. Эти залежи длительное время не разрабатывались и находились в пробной эксплуатации с весьма низкими дебитами. Затем специалисты ТатНИПИнефти ввиду нерентабельности разработки этих отложений самостоятельной сеткой скважин, предложили их разработку совместно с бобриковской залежью. Это решение просуществовало 12 лет, когда была доказана нецелесообразность выделения такого крупного объекта с разным типом пластов и коллекторами весьма различной характеристики.

Следующим шагом было обоснование системы воздействия на пласт, которое оказалось самым тесным образом связанным с плотностью сетки скважин. Поскольку ранее проведенные работы по организации заводнения показали отсутствие его эффекта по причине низкой проницаемости пластов и развитой вертикальной их трещиноватости, было решено залежь не разрабатывать, а запасы перевести в категорию забалансовых. Но через 15 лет нами было высказано предположение, что при более плотных сетках скважин заводнение может быть достаточно эффективным (Муслимов, Абдулмазитов, 1989). И с 1987г. на первоочередных разбуриваемых участках разработки кизеловского горизонта проводились опытные работы по выяснению влияния плотности сетки скважин на эффективность разработки сложнопостроенных продуктивных коллекторов, насыщенных вязкой нефтью, а также отработка системы воздействия на пласт. Помимо этого в ходе экспериментальных работ выполнялись следующие задачи:

- определение влияния давления закачки воды на технологические показатели разработки и нефтеизвлечение;
- оценку влияния каверн-накопителей нефти на интенсификацию добычи и нефтеизвлечение;
- определение эффективности циклического воздействия на пласт и перемены направления фильтрационных потоков жидкости в пласте;
- оценку эффективности применения новых методов

увеличения нефтеизвлечения пластов;

- оценку влияния вскрытия карбонатных пластов на дебиты скважин.

В процессе опытных работ по одному из участков установлено, что применение каверн-накопителей с организацией нестационарного заводнения обеспечивают повышение нефтеизвлечения на 15 – 20 пунктов. Результаты работ по заводнению карбонатных коллекторов пористостью 8 – 11% весьма перспективны. Ожидаемый коэффициент нефтеизвлечения по участку составляет 0,3 при проектном 0,2. Разбуривание и разработка одного из участков показали, что плотность сетки 4 га/скв обеспечивает достаточно высокие темпы годовых отборов даже на естественном режиме.

По последнему проектному документу 1994 г. принято:

- по кизеловскому горизонту – разбуривание комбинированной сетки горизонтальными и вертикальными скважинами с организацией трехрядной системы заводнения, создание в вертикальных скважинах искусственных каверн-накопителей нефти (ИКНН), направленных соляно-каменных обработок (НСКО), опробование новых технологий разработки карбонатных коллекторов с закачкой полимеров и полимерно-дисперсных систем (ПДС и МПДС в порядке опытно-промышленных работ (ОПР);

- проведение на всех объектах разработки нестационарного заводнения с изменением направления фильтрационных потоков жидкости в пласте

Исследование закономерностей геологического строения карбонатного продуктивного горизонта и обобщение результатов ОПР позволяет определить основные пути совершенствования разработки слабопроницаемых неоднородных пластов, обеспечивающие их рентабельную разработку.

Опытно-промышленные работы показали, что при более плотных сетках скважин заводнение может быть эффективно. На этом основании запасы вновь были приняты на баланс с проектной нефтеотдачей 0,2.

Затем, в годы рыночных реформ, на турнейской залежи Бавлинского месторождения проводились широкие опытно-промышленные работы с применением технологий горизонтального бурения. Повышению эффективности горизонтального бурения способствовало приобретение специального оборудования и, самое главное – детальное, послойное изучение геологического строения залежи с целью оптимальной проводки горизонтального ствола. Одновременно было оптимизировано пространственное расположение вертикальных и горизонтальных скважин и приведены опытные работы по совершенствованию вскрытия пласта при бурении на депрессии.

Проведенные работы показали чрезвычайно высокую эффективность применения горизонтальных технологий в сочетании с внутриконтурным нестационарным заводнением с изменением направления фильтрационных потоков жидкости в пласте, улучшением первичного вскрытия пластов, систематическим внедрением современных методов стимуляции скважин и повышения нефтеотдачи карбонатных коллекторов с применением различных кислотных и потокоотклоняющих технологий. Схема размещения горизонтальных скважин на Коробковском участке Бавлинского месторождения показана на рис. 1.

Все это позволило увеличить дебит нефти скважин в 1,5 – 2 и до 4 – 5 раз против первоначальных. Расчеты показывают, что широкое комплексное применение отработанных

технологий позволит постепенно поднять проектную нефтеотдачу до 30%, а затем и до 40 %. Это будет самое высокое значение нефтеотдачи по верхнетурнейским залежам в Татарстане, несмотря на более сложные горно-геологические условия и весьма низкие коллекторские свойства пластов. Это пример того, как более совершенные технологии преодолевают неблагоприятные геологические условия и «облагораживают» трудноизвлекаемые запасы, делая их более доступными для эксплуатации.

Расчеты показывают, что применяемая в настоящее время технология разработки бобриковской залежи в сочетании с улучшением первичного и вторичного вскрытия пластов, современных методов ОПЗ и МУН, а также современных методов контроля и регулирования выработки пластов позволят повысить проектную нефтеотдачу до 0,5.

Но самые большие задачи ставятся по дальнейшей переработке высокопродуктивной залежи горизонта Д₁ Бавлинского месторождения на поздней стадии с достижением высокой нефтеотдачи. Этот объект по своей геологической характеристике является наиболее подходящим для проведения широкомасштабных работ по повышению нефтеотдачи на поздней стадии разработки. Работу планируется провести в два этапа. На первом использовать все возможности гидродинамических МУН с использованием разработанной КГУ автоматизированной системы контроля и управления процессами выработки пластов – АСКУ-ВП, апробированной на Ромашкинском месторождении и показавшей хорошие результаты в регулировании отборов на поздней стадии разработки. Затем, на втором этапе планируется массированное применение третичных МУН, созданных для поздней стадии разработки с обводненностью продукции 93 – 95% и выше. В основном это будут физико-химические и физические МУН. Расчеты показывают, что выполнение намеченной стратегии разработки залежи позволит довести конечную нефтеотдачу до 0,7. Для этого есть все основания, поскольку такие высокие значения нефтеотдачи уже получены на отдельных участках горизонта Д₁ Ромашкинского месторождения, характеризующихся близкими к Бавлинской залежи благоприятными характеристиками пластов (Муслимов, 2005).

Таким образом, несмотря на несовершенство первоначальной системы разработки (неразбуренность ВНЗ, неравномерность размещения скважин, низкие градиенты давления) и длительное проведение эксперимента, приведшее в начале к неравномерному разряжению сетки скважин, обусловившему потери в добыче нефти в начальной безводной и малообводненной стадии и существенному увеличению нагрузки на залежь высокообводненной поздней стадии разработки, все это позволит превысить нефтеотдачу горизонта Д₁ Бавлинского месторождения и достичь близкого значения нефтеотдачи к более продуктивному, с более благоприятными геологическими условиями месторождению Восточный Техас (в США) (Щелкачев, 2004). Это объясняется применением новых технологий, еще больше увеличивающих эффективность в благоприятных геологических условиях Бавлинского месторождения (по сравнению с Ромашкинским). Еще большие перспективы открываются при разработке и при применении на Бавлинском месторождении МУН более высоких поколений (Рис. 2)

Таким образом, основное преимущество проведения

Уважаемые нефтяники - бавлинцы!



Искренне поздравляю всех Вас со знаменательным событием – днём рождения бавлинской нефти. Начатая шесть десятилетий тому назад промышленная разработка Бавлинского нефтяного месторождения явилась важной вехой в развитии народного хозяйства не только Татарстана, но всей страны в целом. Превращение нашей страны в мощную нефтедобывающую державу, что стало возможным благодаря открытию Волго-Уральской нефтяной области, которую академик И.М. Губкин образно назвал «Вторым Баку», способствовало решению крупных экономических и социальных задач на протяжении всей второй половины XX века, с выходом в век новый, XXI.

Созданное вскоре после того, как заработала бавлинская скважина № 1, нефтегазодобывающее управление «Бавлынефть» в настоящее время является одной из самых успешно действующих структур ОАО «Татнефть». Большой вклад в поступательное развитие нефтяного дела вносит видный организатор и руководитель Гали Газизович Ганиев, более двух десятилетий возглавляющий НГДУ «Бавлынефть».

Научно-педагогическое сообщество Республики Татарстан, коллектив Казанского государственного университета всецело присоединяются к замечательному празднику нефтяников нашей республики, разделяют с ними гордость за то большое дело, которое они делают.

Учёные ВУЗов республики с удовлетворением отмечают, что к разработке нефти на территории Бавлинского, Ютазинского, Бугульминского районов Татарстана, в сопредельных районах Оренбуржья непосредственно причастны учёные Казанского университета, такие как М.Э. Ноинский, В.А. Чердынцев, Е.И. Тихвинская, другие подвижники науки.

Ныне учёных и педагогов Казанского университета, ряда других ВУЗов Татарстана связывают с нефтяниками Татарстана, с коллективом НГДУ «Бавлынефть» тесные партнёрские и творческие отношения, заключающиеся в подготовке в стенах вузов кадров для нефтяной отрасли, разработке актуальных проблем нефтедобычи, решении других научно-производственных задач.

Желаю всему коллективу НГДУ «Бавлынефть» новых успехов на благо родного Татарстана и всей России в целом, благополучия, всего самого доброго.

Председатель Совета ректоров ВУЗов Республики Татарстан,
ректор Казанского государственного университета

 М.Х. Салахов

работ по увеличению нефтеотдачи на самом благоприятном по геологическим условиям Бавлинском месторождении вполне обосновано и нуждается в ускоренной реализации. Технологические решения, полученные и планируемые для применения на Бавлинском месторождении, будут способствовать увеличению извлекаемых запасов на других эксплуатируемых месторождениях Бавлинского района, но самое важное, на других месторож-

дениях Татарстана и России. Это повысит эффективность разработки нефтяных месторождений на поздней стадии и продлит сроки их эксплуатации за счет существенного увеличения извлекаемых запасов нефти.

Литература

Муслимов Р.Х., Кирифельд Ю.Э., Петросян Л.Г. Доразведка эксплуатируемых месторождений – важнейший резерв подготовки новых запасов нефти в старых нефтедобывающих районах. *Нефтегазовая геология и геофизика*. 1974. № 1. 31-36.

Муслимов Р.Х., Абдулмазитов Р.Г., Иванов А.И. и др. *Геологическое строение и разработка Бавлинского нефтяного месторождения*. М: ВНИИОЭНГ. 1996.

Мухарский Э.Д., Лысенко В.Д. *Проектирование разработки месторождений платформенного типа*. М.: Недра. 1972.

Муслимов Р.Х., Абдулмазитов Р.Г. *Совершенствование технологии разработки малоэффективных нефтяных месторождений Татарии*. Казань. Таткиноиздат. 1989.

Муслимов Р.Х. *Современные методы повышения нефтеизвлечения: проектирование, оптимизация и оценка эффективности*. Казань: Изд-во «Фэн» Академии наук РТ, 2005.

Щелкачев В.Н. *Важнейшие принципы нефтеразработки. 75 лет опыта*. М.: ФГУП Изд-во «Нефть и газ». 2004.

