

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ И МЕТОДИКА ВЫДЕЛЕНИЯ ПОДСЧЕТНЫХ ОБЪЕКТОВ В СЕНОМАНСКОМ ПРОДУКТИВНОМ ГОРИЗОНТЕ

М. В. Пороскун
(Оверсиз Сервис Лтд)

Основные перспективы развития газовой промышленности России сегодня связаны с интенсификацией разработки месторождений на территории Западной Сибири и в первую очередь залежей сеноманского нефтегазоносного комплекса, содержащего уникальные по запасам скопления свободного газа. Изучение геологического строения комплекса проводилось многими исследователями, причем в основном в период разведки и подготовки к промышленному освоению Медвежьего, Уренгойского, Ямбургского, Заполярного и других месторождений. При подсчетах запасов и проектировании разработки сеноманский резервуар рассматривался как однородный (или квазиоднородный) единый объект [1, 2]. В последние годы в результате эксплуатационного разбуривания и разработки залежей газа получены принципиально новые данные, заставляющие пересмотреть модель геологического строения сеноманского резервуара и методику подсчета запасов приуроченных к нему залежей УВ [5].

В настоящей работе неоднородность геологического строения сеноманского продуктивного комплекса рассмотрена на примере шести месторождений севера Западной Сибири (Ямбургское, Юбилейное, Харасавэйское, Заполярное, Вынга-Пуровское, Русское), находящихся на разных стадиях промышленного освоения. Детальная корреляция сеноманского нефтегазоносного комплекса позволила дифференцировать и расчленить его в пределах рассматриваемых месторождений. Было установлено, что породы, слагающие сеноманские отложения, характеризуются одинаковыми литолого-физическими свойствами, условиями формирования и залегания. Основными элементами строения комплекса являются песчано-глинистые пачки и слабопроницаемые глинистые разделы между ними, которые четко выделяются в разрезах сеномана всех рассмотренных месторождений.

На Русском месторождении [4] сеноманский нефтегазоносный комплекс представлен четырьмя песчаными продуктивными пачками толщиной 20...50 м, разобщенными слабопроницаемыми глинистыми разделами толщиной 10...20 м. Установлено стратиграфическое несогласие значительной амплитуды в кровле раздела между второй и третьей продуктивными пачками.

В разрезе сеноманских отложений Юбилейного месторождения выделены три продуктивные пачки толщиной 25...40 м, изолированные друг от друга

слабопроницаемыми разделами толщиной 10...40 м. В разрезе выявлены три стратиграфических несогласия разной амплитуды (в кровле сеноманского комплекса и в кровлях разделов между первой и второй, второй и третьей продуктивными пачками).

Сеноманские отложения Ямбургского месторождения сложены тремя продуктивными песчаными пачками толщиной 20...45 м, изолированными друг от друга слабопроницаемыми разделами толщиной 10...15 м. Установлены три стратиграфических несогласия (в кровле сеноманского комплекса и в кровлях разделов между первой и второй, второй и третьей продуктивными пачками).

В разрезе сеноманских отложений Харасавэйского месторождения выделены три продуктивные пачки толщиной 20...40 м. Мощность разделов между пачками составляет 5...15 м. Выделены три стратиграфических несогласия (в кровле сеноманского комплекса и в кровлях разделов между первой и второй, второй и третьей продуктивными пачками).

В разрезе сеноманских отложений Заполярного месторождения выделены четыре продуктивные пачки толщиной 15...50 м. Мощность разделов между ними составляет 5...15 м. Выявлены два стратиграфических несогласия (в кровле сеноманского комплекса и в кровле раздела между второй и третьей продуктивными пачками).

В разрезе сеноманских отложений Вынга-Пуровского месторождения выделены четыре продуктивные пачки толщиной 18...45 м. Мощность разделов между ними составляет 5...23 м. Установлены три стратиграфических несогласия различной амплитуды (в кровле сеноманского комплекса и в кровлях разделов между первой и второй, второй и третьей продуктивными пачками).

Сопоставление разрезов Русского, Ямбургского, Харасавэйского, Юбилейного, Заполярного и Вынга-Пуровского месторождений показало, что на всех изученных объектах сеноманский нефтегазоносный комплекс характеризуется сходным геологическим строением. Продуктивные пачки, выделенные в разрезах разных месторождений, хорошо сопоставляются между собой. Стратиграфические несогласия различной амплитуды установлены в одних и тех же интервалах разрезов изучаемых месторождений, что указывает на региональный характер некоторых из них (рис. 1-3). Ниже подробно рассмотрено строение сеноманского комплекса.

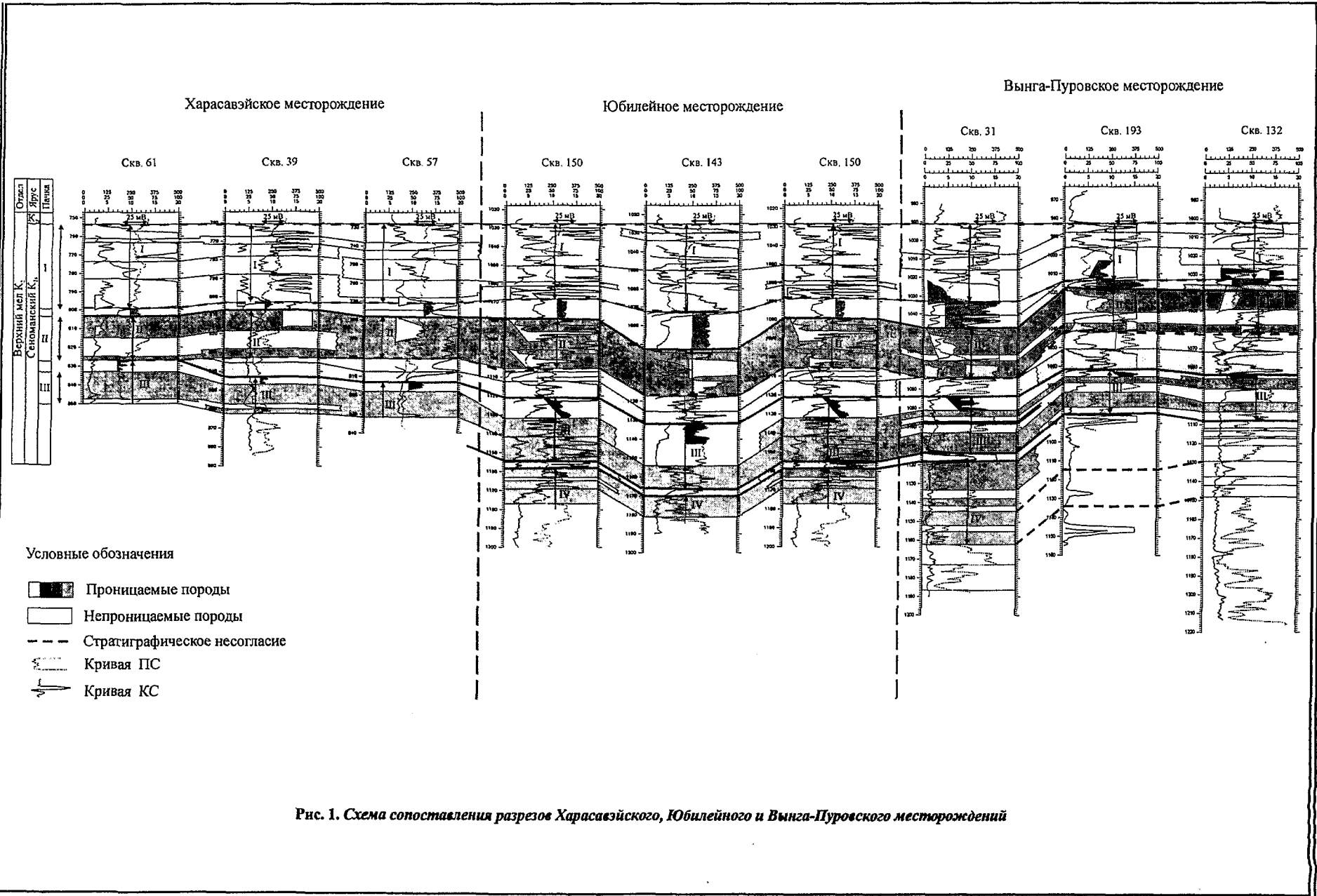


Рис. 1. Схема сопоставления разрезов Харасавэйского, Юбилейного и Вынга-Пуровского месторождений

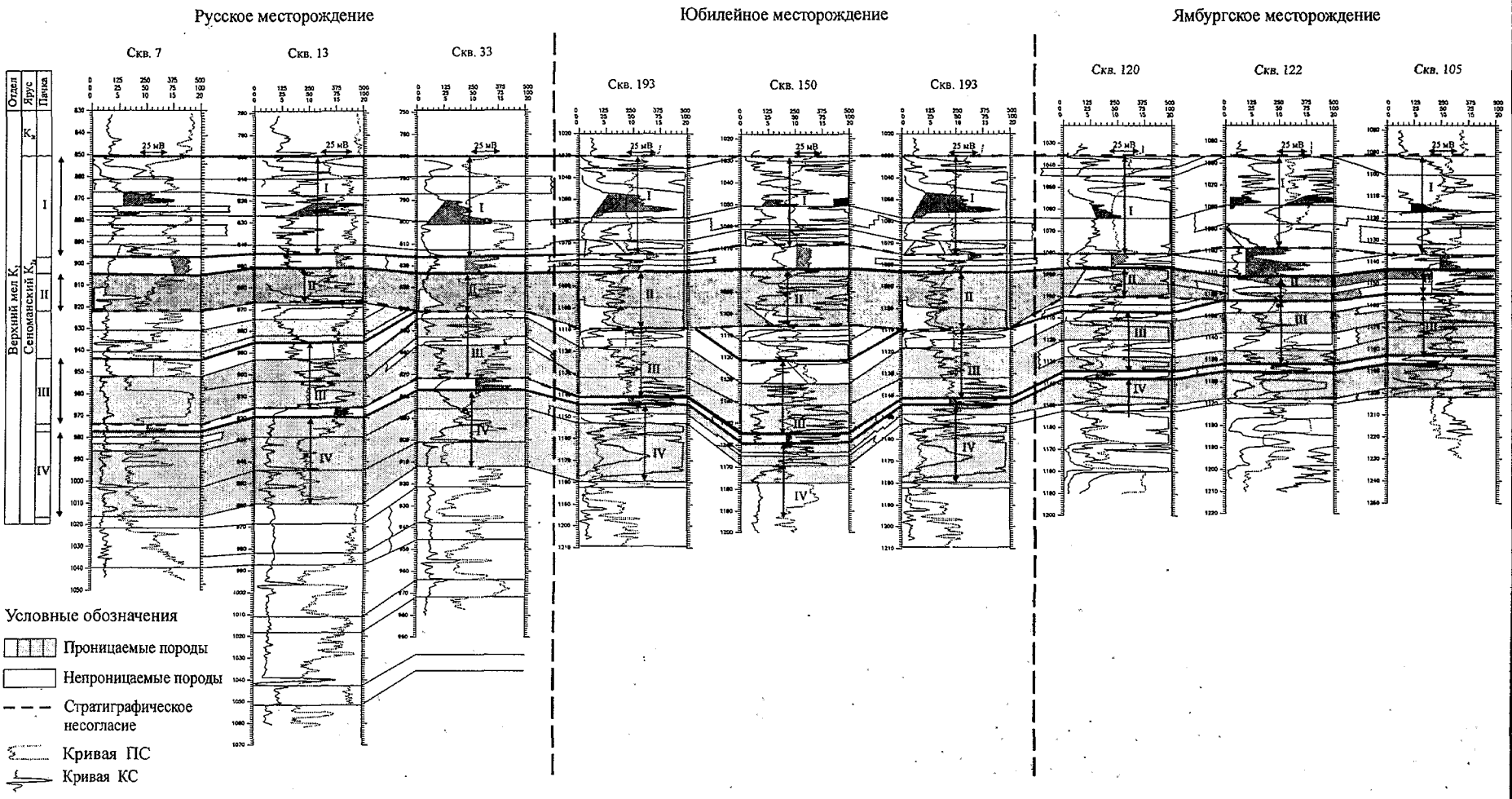


Рис. 2. Схема сопоставления разрезов Русского, Юбилейного и Ямбургского месторождений

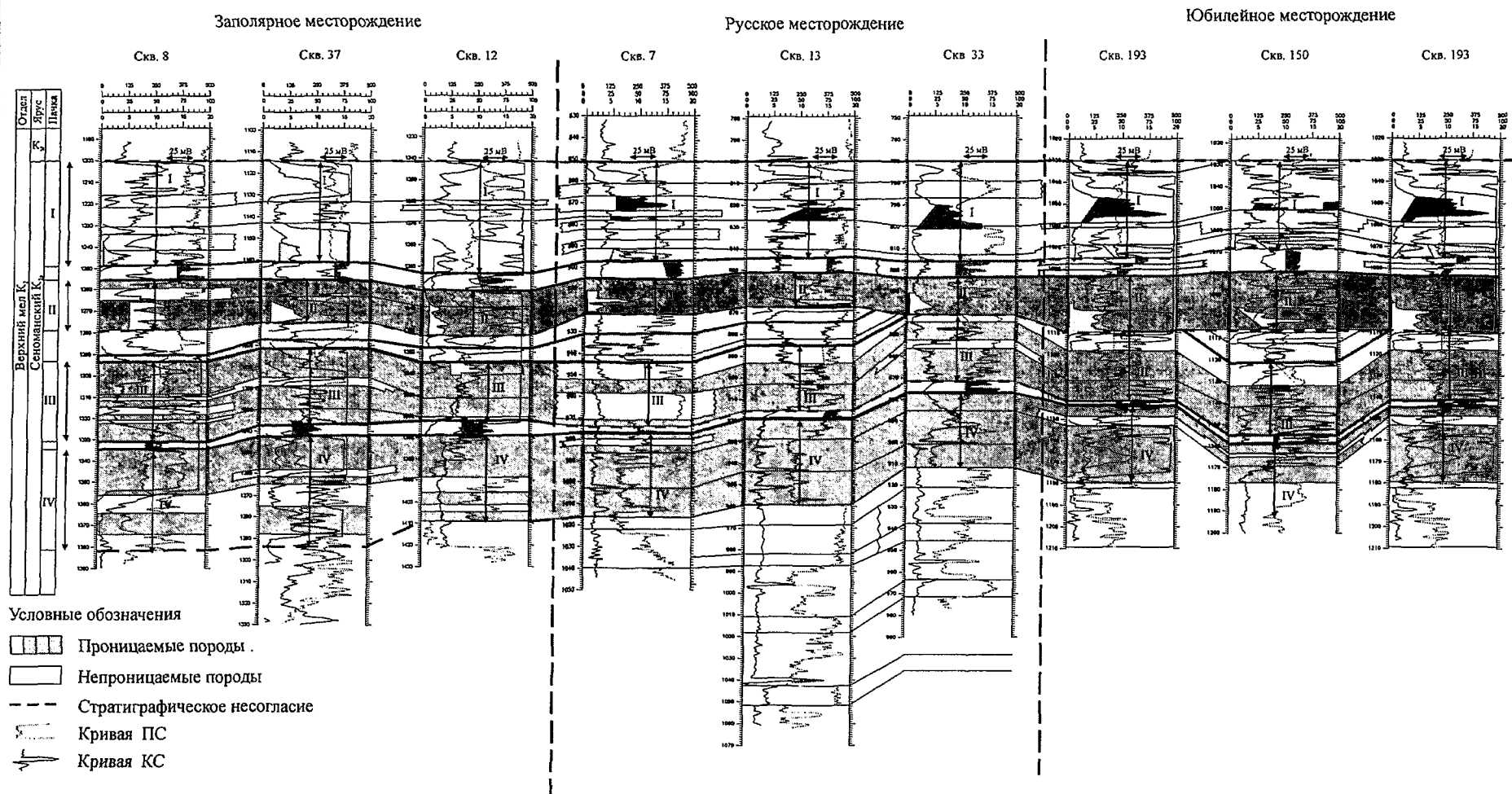


Рис. 3. Схема сопоставления разрезов Заполярного, Русского и Юбилейного месторождений

Первая продуктивная пачка залегает в кровле сеномана непосредственно под туронскими глинами и выделяется в разрезах всех изученных объектов. Пачка сложена песчано-глинистыми породами, неоднородна и сильно расчленена. Коллекторы в разрезе первой пачки, как правило, выдержаны по площади и представлены высокопроницаемыми разностями. Пропластки непроницаемых пород характеризуются в основном линзовидным и прерывистым распространением. Общая толщина пачки изменяется от ее минимальных значений (32...33 м) на Вынга-Пуровском и Харасавэйском месторождениях до максимальных (57...58 м) на Юбилейном и Заполярном. Наибольшая толщина первой продуктивной пачки отмечается в центральной части рассматриваемого региона (Русское, Юбилейное, Заполярное, Ямбургское месторождения).

В кровле первой пачки на границе сеноманских и туронских отложений фиксируется несогласие (о наличии размыва в этой части комплекса уже указывалось в работе [3]). Несогласие установлено на Ямбургском, Харасавэйском, Юбилейном, Вынга-Пуровском и Заполярном месторождениях.

Первая и залегающая ниже вторая продуктивные пачки разобщены слабопроницаемым разделом, который четко выделяется в разрезах всех рассмотренных месторождений. Этот раздел представлен пачкой преимущественно глинистых отложений. В разрезах Ямбургского, Харасавэйского и Заполярного месторождений раздел представлен однородным глинистым пластом, выдержанным по всей площади месторождения. В разрезах Заполярного и Юбилейного месторождений внутри описываемого раздела появляются отдельные проницаемые пропластки, которые характеризуются линзовидным и прерывистым распространением.

Общая толщина раздела изменяется от ее минимальных значений (5...15 м) на Заполярном, Русском, Харасавэйском и Ямбургском месторождениях до максимальных (17...43 м) на Юбилейном. В целом повышенные значения толщины раздела отмечаются в южном направлении (Вынга-Пуровское, Юбилейное месторождения). Максимальная его мощность (43 м в скв. 58) зафиксирована на Юбилейном месторождении.

В кровле раздела на Ямбургском, Харасавэйском, Юбилейном, Вынга-Пуровском месторождениях установлено несогласие, которое характеризуется различной амплитудой и значимостью в разрезах изучаемых месторождений. Так, на Харасавэйском месторождении амплитуда размыва не превышает 5 м. В разрезах Юбилейного и Ямбургского месторождений амплитуда несогласия достигает 35 м. В разрезе Вынга-Пуровского месторождения она составляет 13 м.

Вторая продуктивная пачка четко выделяется на всех изучаемых месторождениях ниже описанного раздела. Пачка выдержана по площади и сложена высокопроницаемыми песчаниками, которые в отдельных случаях частично замещаются глинистыми

породами. В целом вторая продуктивная пачка достаточно однородна и легко коррелируется в разрезах скважин как в пределах изученных месторождений, так и по всей площади рассматриваемого региона. Наиболее выдержана и однородна вторая пачка в разрезах Русского и Юбилейного месторождений.

Непроницаемые породы в составе второй продуктивной пачки представлены как отдельными линзами, так и невыдержанными пропластками глин и глинистых алевролитов. Наибольшая глинизация разреза второй продуктивной пачки характерна для Ямбургского, Заполярного, Вынга-Пуровского месторождений. Однородные песчаные пласты на отдельных участках замещаются глинистыми разностями (до 50 % от общей толщины пачки на Ямбургском месторождении) или расслаиваются непроницаемыми породами на несколько изолированных друг от друга пропластков. Наиболее мощные линзы непроницаемых пород в разрезе второй пачки установлены на Вынга-Пуровском месторождении, где их толщина достигает 10 м.

Общая толщина пачки относительно выдержана в пределах рассматриваемого региона. Она изменяется в интервале 15...25 м для большинства месторождений. Наименьшие ее значения (15 м) установлены на Ямбургском и Юбилейном, максимальные (25 м) характерны для всех изученных месторождений.

Между второй и третьей продуктивными пачками залегает преимущественно глинистый раздел. Он выделяется в разрезах всех рассматриваемых месторождений. По составу раздел неоднороден и представлен непроницаемым глинистым пластом с маломощными пропластками коллекторов. Характеризуется многочисленными фациальными переходами и изменением литологического состава слагающих пород. Проницаемые породы в составе раздела представлены песчаниками и алевролитами. В разрезах Вынга-Пуровского, Юбилейного, Ямбургского месторождений они встречаются в виде отдельных линз и невыдержанных пропластков.

Наибольшая толщина раздела зафиксирована в южной и центральной частях рассматриваемого региона (Вынга-Пуровское, Русское, Юбилейное месторождения). Максимальная толщина раздела (23 м) отмечена на Вынга-Пуровском месторождении.

В кровле пачки раздела установлено стратиграфическое несогласие, которое является наиболее значимым в разрезе сеноманского комплекса. Амплитуда несогласия на Русском месторождении составляет 23 м, на Юбилейном – 20 м, Харасавэйском, Ямбургском, Заполярном и Вынга-Пуровском – по 15 м. На Харасавэйском, Ямбургском, Юбилейном и Заполярном месторождениях раздел на отдельных участках полностью размыт и выпадает из разреза. Это приводит к слиянию пород второй и третьей продуктивных пачек, в результате чего коллекторы этих пачек оказываются гидродинамически связаны между собой. Таким образом, данный раздел нельзя рассматривать как изолирующий.

Третья песчаная пачка, выделенная в разрезах всех изучаемых месторождений, состоит из глинистых и песчано-алевролитовых пород. Ее верхняя часть представлена заглинизированными разностями песчаников, которые постепенно переходят вниз по разрезу в проницаемые разности. Эта особенность строения третьей пачки характерна для всех рассмотренных месторождений (за исключением Заполярного). Диапазон изменения толщины верхней заглинизированной части пачки весьма значителен. Так, на Вынга-Пуровском месторождении он составляет 2...8 м, на Харасавэйском – 4...8 м, на Русском и Ямбургском – 3...8 м. Наибольшие его значения (9..25 м) установлены на Юбилейном месторождении. Описываемые непроницаемые породы распространены в пределах данных месторождений повсеместно и образуют дополнительный экран между коллекторами второй и третьей пачек. На Заполярном месторождении породы верхней части третьей пачки представлены высокопроницаемыми четко коррелируемыми песчаными пластами, которые только на отдельных участках замещаются или переслаиваются глинистыми пропластками. Нижняя часть третьей пачки в разрезах всех месторождений представлена высокопроницаемыми пластами песчаников и алевролитов, выдержанными по площади. Отмечены их многочисленные фациальные замещения непроницаемыми породами.

Общая толщина пачки изменяется от ее минимальных значений (19...22 м) на Харасавэйском и Вынга-Пуровском месторождениях до максимальных (37...38 м) на Заполярном и Русском. Наибольшие значения общей толщины рассматриваемой пачки отмечаются в центральной части рассматриваемого региона (Русское, Юбилейное, Заполярное, Ямбургское месторождения).

Строение третьей пачки осложнено несогласием в кровле раздела между второй и третьей продуктивными пачками. На отдельных участках Ямбургского и Русского месторождений отмечаются полное выпадение раздела из разреза, сокращение толщины пачки и выклинивание под несогласие ее маломощных верхних глинистых пропластков. На Заполярном месторождении в результате размыва происходит постепенное сокращение общей толщины третьей продуктивной пачки с 37 до 21 м. Пласты коллекторы второй продуктивной пачки и верхние пропластки третьей объединяются в общую гидродинамическую систему.

Между третьей и четвертой продуктивными пачками залегает слабопроницаемый раздел. Он выделен в разрезах Заполярного, Русского, Ямбургского, Вынга-Пуровского, Юбилейного месторождений, представлен пропластками глинистых пород и алевролитов, характеризуется многочисленными фациальными переходами по площади.

Раздел наиболее однороден в разрезе Русского месторождения. Здесь он представлен единственным выдержанным по всей площади глинистым пластом

толщиной 5...15 м. В разрезах Вынга-Пуровского и Юбилейного месторождений внутри раздела появляются отдельные проницаемые пропластки, которые имеют линзовидный и прерывистый характер распространения. В нескольких скважинах глины полностью замещаются проницаемыми песчаными породами. На Заполярном и Ямбургском месторождениях раздел замещается коллекторами на значительных участках площади. Таким образом, раздел полностью изолирует друг от друга коллекторы третьей и четвертой пачек только на Русском месторождении. На остальных месторождениях (Юбилейное, Вынга-Пуровское, Ямбургское, Заполярное) в разрезе имеются литологические окна, через которые осуществляется гидродинамическая связь коллекторов третьей и четвертой продуктивных песчаных пачек.

Толщина раздела изменяется от 3...5 м (минимальные) значения на Заполярном и Русском месторождениях до 12...15 м (максимальные) на Юбилейном. Наибольшая толщина раздела отмечается в южной части рассматриваемого региона (Вынга-Пуровское, Юбилейное месторождения).

Четвертая продуктивная пачка выделена в разрезах Русского, Заполярного, Вынга-Пуровского, Юбилейного месторождений. Она представлена в основном высокопроницаемыми четко коррелируемыми песчаными отложениями, которые на отдельных участках замещаются или расслаиваются глинистыми разностями.

Наибольшая расчлененность и глинизация разреза четвертой пачки отмечены на Вынга-Пуровском и Заполярном месторождениях. Здесь в отдельных скважинах пачка расчленена на пять пропластков-коллекторов, разделенных четырьмя пластами непроницаемых пород. Четвертая пачка наиболее однородна в разрезе Русского месторождения. Здесь коллекторы, как правило, выдержаны по площади и представлены высокопроницаемыми песчаниками и алевролитами. Пропластки глинистых пород встречаются редко и характеризуются линзовидным и прерывистым распространением.

Общая толщина четвертой продуктивной пачки изменяется от 20...28 м на Заполярном месторождении (минимальные значения) до 40...45 м на Вынга-Пуровском (максимальные). Наибольшая толщина рассматриваемой пачки отмечена в центральной и южной частях рассматриваемого региона (Русское, Юбилейное, Вынга-Пуровское месторождения).

Таким образом, приведенные данные показывают, что сеноманский резервуар является массивно-пластовым и состоит из четырех песчаных пачек, изолированных слабопроницаемыми разделами.

Из рассмотренных в данной работе шести месторождений сеноманские залежи разрабатываются на трех – Ямбургском, Юбилейном, Заполярном. Анализ текущего состояния разработки сеноманских залежей Ямбургского и Юбилейного месторождений показал, что для них характерны общие особенности, подтверждающие массивно-пластовый тип стро-

ения сеноманского резервуара. Происходит неравномерное дренирование залежей по площади и разрезу. Продвижение ГВК носит очаговый характер. Внедрение воды в залежи происходит по наиболее высокопроницаемым пропласткам. В центральных частях изучаемых месторождений образуются мощные депрессионные воронки. На участках, где в разрезе имеются мощные глинистые разделы, между коллекторами отмечается дифференциация пластовых давлений по вертикали [6, 7, 8].

С учетом выявленной неоднородности геологического строения сеноманских отложений для повышения достоверности оценки запасов целесообразно проводить их дифференцированный подсчет. Объектами дифференцированного подсчета запасов могут являться пачки коллекторов, выделенные в данной работе. При выделении подсчетных объектов необходимо учитывать толщину и выдержанность пачек пород-коллекторов и непроницаемых разделов между ними, изменчивость характеристик пачек (проницаемости, пористости, гидропроводности), продуктивность и др. При дифференцированном подсчете необходимо выполнять геометризацию и обоснование подсчетных параметров для каждой продуктивной пачки.

При проведении детальной корреляции и выделении подсчетных объектов особое внимание следует обращать на выявление в разрезе стратиграфических несогласий. Слияние коллекторов продуктивных пачек и объединение их в общие газогидродинамические системы происходит в результате размыва покрышек. Региональные несогласия можно выделять по аналогии с установленными в данной работе. Локальные несогласия прослеживаются по результатам анализа строения разреза конкретного месторождения.

Выводы

1. Сеноманский нефтегазоносный комплекс имеет пластово-массивный тип строения. В его разрезе выделяются четыре песчаные пачки, разобщенные непроницаемыми (или слабопроницаемыми) разделами.
2. Для повышения достоверности подсчета запасов залежей, приуроченных к сеноманским отложениям, целесообразно проводить дифференцирован-

ный подсчет на основе выделенных в настоящей работе продуктивных пачек.

3. При построении геологических и гидродинамических моделей особое внимание следует обращать на выделение в разрезе региональных и локальных стратиграфических несогласий, оказывающих существенное влияние на сообщаемость коллекторов в разрезе. В результате размыва покрышек в разрезах месторождений происходит объединение продуктивных пачек в общие газогидродинамические системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методы изучения геологической неоднородности сеноманских продуктивных отложений газовых месторождений севера Западной Сибири / В. И. Ермаков, А. Н. Кирсанов, А. А. Шаля и др. // *Обз. инф. Сер.: Геология и разведка газовых и газоконденсатных месторождений.* — М.: ВНИИГазпром, 1980.
2. Хафизов Ф.З. Повышение эффективности разведки залежей крупных нефтегазоносных комплексов. — Л.: Недра, 1991.
3. Выделение эксплуатационных горизонтов в пределах сеноманской залежи месторождения Уренгой / Л. Б. Берман, Т. В. Давыдова, И. П. Жабрев и др. // *Геология нефти и газа.* — 1979. — № 1.
4. Иванова М.М., Гутман И.С., Титунин Е.П. Промыслово-геологические особенности Русского газонефтяного месторождения // *Геология нефти и газа.* — 1989. — № 3.
5. Информационные модели — основа баз данных АСУ ТП разработки сеноманских залежей Уренгойско-Ямбургского газопромыслового региона / А. Н. Кирсанов, А. С. Гацולהв, Л. Н. Семенова и др. — М.: ВНИИГазпром, 1989.
6. Дюкалов С.В., Кирсанов А.Н., Маслов В.Н. Геолого-промысловые аспекты разработки сеноманских газовых залежей Западной Сибири // *Обз. инф. Сер.: Разработка и эксплуатация газовых и газоконденсатных месторождений.* — М.: ВНИИГазпром, 1986.
7. Ермилов О.М. Анализ отработки по разрезу продуктивных отложений Медвежьего газового месторождения // *Реф. сб. Сер.: Разработка и эксплуатация газовых и морских нефтяных месторождений.* — М.: ВНИИГазпром, 1982. — Вып. 2.
8. Опыт первых лет разработки сеноманской залежи Ямбургского месторождения / А. Н. Кирсанов, А. С. Гацולהв, Г. П. Ставкин и др. // *Обз. инф. Сер.: Разработка и эксплуатация газовых и газоконденсатных месторождений.* — М.: ВНИИГазпром, 1990.