

УДК 552.51:552.578.061.4:551.734.3(470.53)

Багаев А.Н.

Открытое акционерное общество «Камский научно-исследовательский институт комплексных исследований глубоких и сверхглубоких скважин» (ОАО «КамНИИКИГС»), Пермь, Россия, bagaev_alex@mail.ru

ЖИВЕТСКИЕ ПЕСЧАНИКИ НА СЕВЕРЕ ПЕРМСКОГО КРАЯ

Рассмотрено геологическое строение живетских терригенных отложений северного борта Краснокамско-Чусовской палеовпадины на территории Пермского края. Детальные литолого-фациальные и геологические реконструкции позволили выявить области распространения песчаных толщ, проследить латеральную изменчивость вещественного состава, провести их корреляцию и выявить закономерности изменения коллекторских свойств от условий осадкообразования.

Ключевые слова: *песчаники, коллекторские свойства, живетский ярус, Краснокамско-Чусовская палеовпадина.*

Девонский терригенный комплекс - один из слабо изученных, но перспективных объектов осадочного чехла палеозоя. Нефтеносность этих отложений подтверждена открытием значительного количества залежей на территории Пермского Прикамья. Большинство открытых месторождений приурочено к нижнефранской алевро-песчаной толще. Однако обнаружение скоплений нефти в живетских отложениях позволяет сделать вывод о перспективности этого интервала разреза и необходимости его детального изучения с целью открытия новых залежей.

Отложения живетского яруса платформенной части Пермского края выделены в объеме старооскольского надгоризонта, в состав которого входят воробьевский, ардаатовский и муллинский горизонты. Живетские образования залегают на породах эйфельского яруса, а в местах его отсутствия на отложениях додевона.

Анализируемый стратиграфический интервал в районе исследования полностью представлен терригенными породами. Нижняя граница яруса литологически отчетлива в осевой зоне Краснокамско-Чусовской палеовпадины, где подстилающие карбонатные породы эйфеля сменяются живетскими терригенными. На каротажных диаграммах она совпадает с кровлей «эйфельского» электрорепера характеризующегося на каротажных диаграммах зоной высокого кажущегося сопротивления и положительной аномалией кривой ПС [Зверева, Кузнецов, 1966]. Стратиграфическое обоснование живетского яруса подтверждено спорово-пыльцевыми комплексами палинозоны *Archaeozonotriletes extensus*, которая включает три подзоны с комплексами спор характерными для воробьевского, ардаатовского и муллинского горизонтов. Эти стратиграфические маркеры выделены в

разрезах многих скважин на Касибской, Комарихинской, Кудымкарской, Дмитриевской и других разведочных площадях. Верхняя стратиграфическая граница между живетскими отложениями и породами нижнего франа обосновывается сменой комплексов спор палинологических зон, характерных для этих интервалов [Арасланова, 1973]. Литологически она проводится в основании первого песчаного пласта нижнефранской толщи.

В истории геологического развития в живетский этап осадконакопления произошла троекратная смена трансгрессивных и регрессивных фаз развития бассейна. Трансгрессиям сопутствовало глинисто-алевролитовое осадконакопление. Для регрессивных фаз характерна смена (снизу вверх) грубообломочных пород (конгломератов) песками (от крупно- до мелкозернистых) затем аргиллитами. Максимальная мощность отложений вскрыта в разрезах осевой зоны Краснокамско-Чусовской палеовпадины с тенденцией увеличения в западном направлении, где она достигает более 50 м в разрезах скважин Соколовской, Верещагинской, Никольской разведочных площадей [Сташкова, Фрик, Багаев, 2007]. К северу отложения живетского яруса выклиниваются (рис. 1а, б, в). В зависимости от стратиграфической полноты разрезы живетского яруса сгруппированы в 3 типа: впадинный, склоновый и сводовый. Впадинный - самый полный тип разрезов - включает отложения всех трех горизонтов; склоновый – ардатовского и муллинского горизонтов; сводовый – лишь отложения муллинского горизонта (рис. 2).

Литолого-фациальные исследования керн скважин и геофизическая характеристика разрезов позволили выявить закономерности распределения песчаников для каждого горизонта по разрезу и площади, а также выявить изменения в их петрофизических характеристиках.

Установлено, что воробьевский горизонт представлен гравелитами с железистыми оолитами в основании, вверх по разрезу отложения грубообломочной базальной пачки сменяются алевро-песчаными породами, а затем переслаиванием алевролитов с аргиллитами. На западе территории разрез горизонта более песчаный. Основным источником поставки обломочного материала здесь являлась древняя суша на севере, объединявшая Коми-Пермяцкую, Гайнинскую, Ксенофотово-Ябуровскую приподнятые зоны. С юго-востока материал поставляла Красноуфимская приподнятая зона [Кутуков, Чернышев, 1963]. Грубообломочные разности приурочены к зоне выклинивания отложений. Для них характерна плохая сортировка материала, наличие каолинита, растительных остатков и другие признаки, свидетельствующие о существовании коры выветривания латеритного

типа. Присутствие в разрезе гидроокислов железа свидетельствует о наличии лагун и береговых озер.

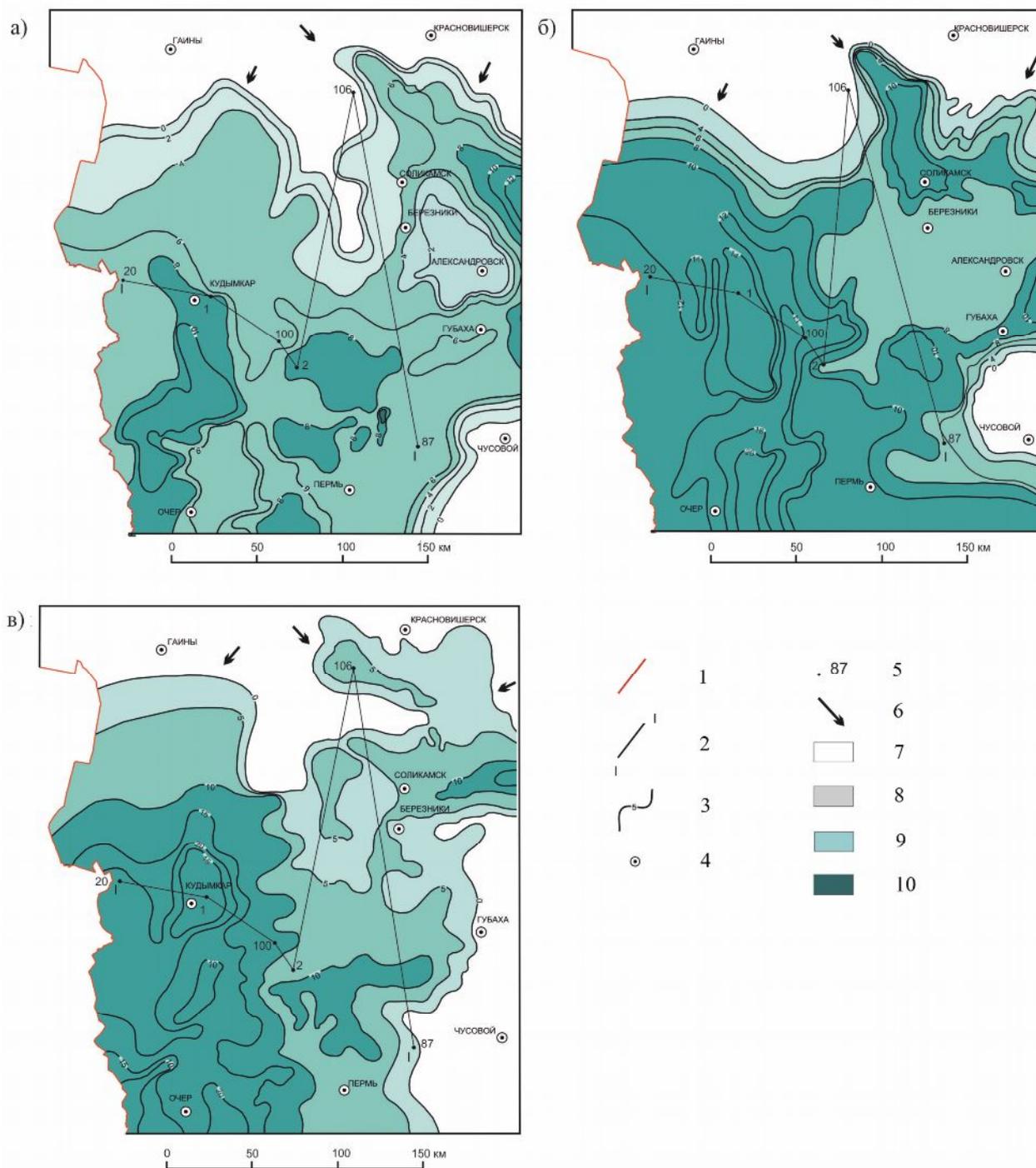


Рис. 1. Структурно-фациальные схемы живетского яруса северных районов Пермского Прикамья: воробьевский (а), ардаатовский (б), муллинский (в) горизонты

1 – административные границы; 2 – линия корреляционной схемы (см. рис. 2); 3 – изопахиты; 4 – населенные пункты; 5 – скважины; 6 – главные направления поступления обломочного материала; 7-10 – фациальные типы отложений: 7 – континентальные, 8 – прибрежно-континентальные, 9 – прибрежно-морские, 10 – относительно глубоководные морские.

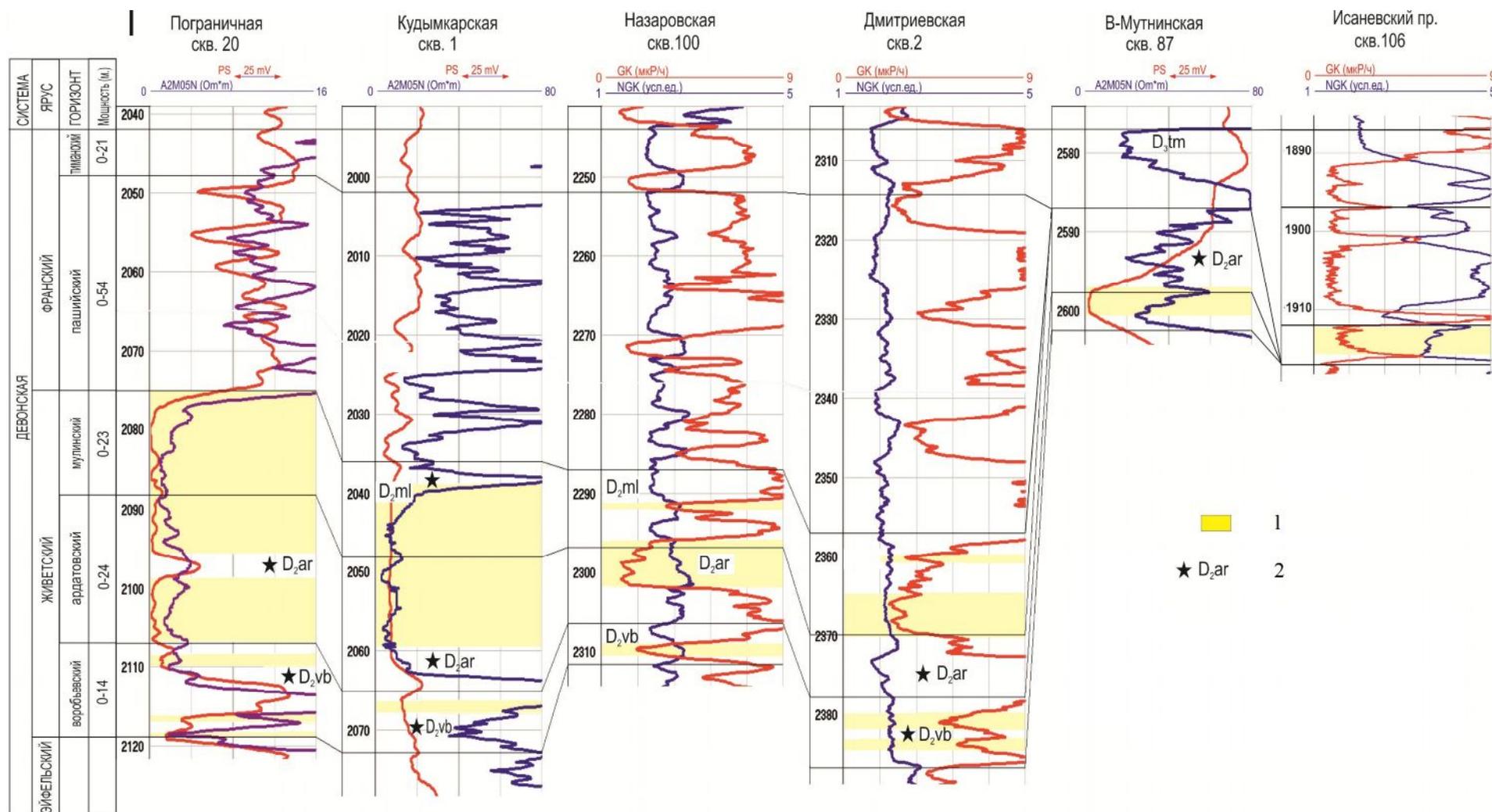


Рис. 2. Схема корреляции живетских отложений северных районов Пермского Прикамья в разрезах скважин с выделением песчаных пластов 1 – песчаные пласты; 2 – палинологическое обоснование возраста пород.

Гидродинамическая активность вдольбереговых течений приводила к перемещению зоны осаждения песков в более погруженные участки бассейна. В этом направлении гранулометрический состав постепенно меняется: размер зерен уменьшается, увеличивается степень окатанности. В сторону осевой части Краснокамско-Чусовской палеовпадины разрез становится более глинистым. Суммарная мощность песчаных тел достигает 7-9 м (рис. 3а).

Границы распространения отложений ардатовского горизонта несколько шире, чем воробьевского. Контакт с нижележащими разновозрастными породами скользящий. Литологический состав пород по большей части сходен с воробьевскими, но отличается отсутствием в разрезе значительного количества гидроокислов железа. Распределение терригенного материала по площади и разрезу по-прежнему контролировалось палеотектоническими условиями развития бассейна седиментации. Главными поставщиками обломочного материала продолжала являться древняя суша. Судя по толщинам и типам накопленных отложений, ардатовское время является наиболее активной фазой живетской трансгрессии, которая распространялась с юга и юго-запада. Основные закономерности перераспределения и накопления обломочного материала, характерные для воробьевского времени, получили более широкий размах в ардатовское. Основной зоной скопления песчаных толщ являются западные районы территории, где они практически полностью слагают разрез горизонта (рис. 3б). В восточном направлении мощность и выдержанность песчаников снижается. Единая песчаная толща разделяется на 2 пласта и в некоторых разрезах восточных площадей замещается глинисто-алевролитовыми породами. Исходя из результатов анализа отложений установлено, что в ардатовское время осадконакопление происходило в условиях мелководного морского бассейна при небольшой удаленности от палеосуши. Для отложений древних прибрежных зон характерно наличие грубозернистого материала в основании горизонта, каолинитового цемента, растительного детрита, железистых оолитов.

Границы бассейна осадконакопления муллинского времени картируются несколько уже, чем ардатовского. Литологический состав представлен переслаиванием песчаников, алевролитов, аргиллитов, нередко с оолитами, гнездами и прослоями шамозит-гидрогетит-лептохлорит-сидеритовых руд. По условиям образования осадков муллинское время имеет много общего с ардатовским и характеризуется в общих чертах унаследованным от него палеоструктурным планом. Характерной особенностью является значительное распространение глинистых осадков, особенно в позднемуллинское время.

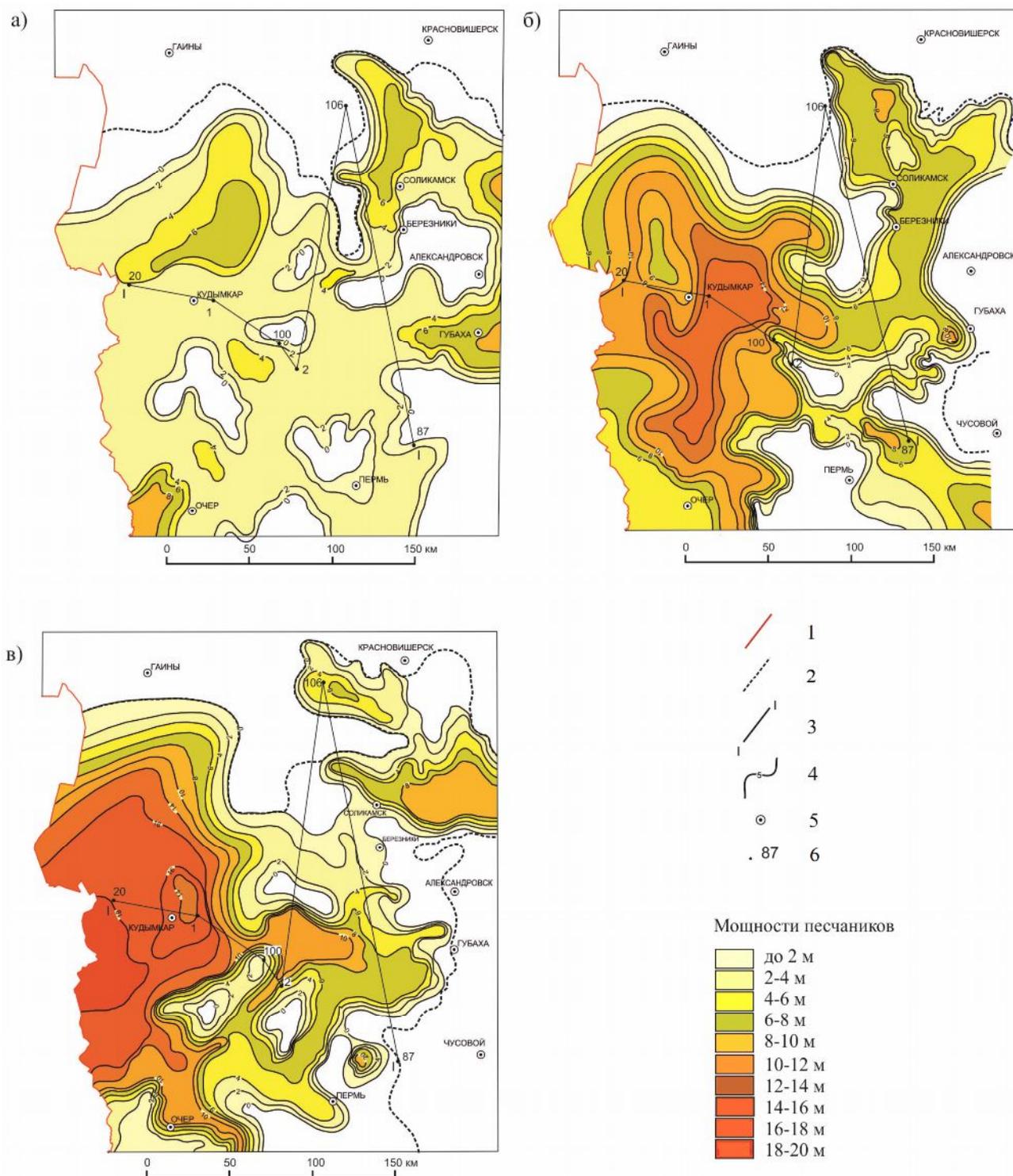


Рис. 3. Схема распространения песчаников в отложениях живетского яруса северных районов Пермского Прикамья: воробьевский (а), ардатовский (б), муллинский (в) горизонты
 1 – административные границы; 2 – граница распространения отложений; 3 - линия корреляционной схемы (см. рис. 2); 4 – изопахиты; 5 – населенные пункты; 6 – скважины.

Основная зона накопления песчаного материала по-прежнему сохранялась на западе, где мощность песчаников в разрезах достигает 14-18 м (рис. 3в). Значительные по толщине песчаные пласты зафиксированы в центральных районах и на севере (около г. Соликамска).

Характерной особенностью муллинского разреза является наличие в его основании выдержанного песчаного пласта, перекрытого аргиллито-алевролитовой пачкой, выполняющей функции флюидоупора. В западном направлении происходит замещение этой пачки алевро-песчаными породами, что приводит к слиянию песчаников муллинского горизонта с нижнефранскими. На остальной части территории состав горизонта преимущественно алевролитовый с прослоями песчаников в основании и аргиллитов в кровле. На локальных участках разрез представлен только аргиллитами.

Литолого-фациальные реконструкции и геологические построения позволили выявить зоны развития наиболее мощных (до 60 м) живетских песчаных толщ. Различные текстурные признаки, такие как косая слоистость, дифференциация песчаного материала по гранулометрическому составу, выраженная эрозия на контакте с подстилающими отложениями, вероятность боковой эрозии и др. зафиксированы в разрезах скважин Полумской, Сивинской, Верещагинской, Очерской, Нытвенской и прочих разведочных площадей, позволили выявить генезис песчаников исследуемого стратиграфического интервала [Сташкова, Багаев, Ощепков, 2008]. Область седиментации живетского века представлял собой внутриконтинентальный бассейн, открытый в сторону Уральского палеоокеана. На северо-западе территории граница бассейна седиментации картируется узким поясом распространения глинистых отложений, что характерно для фациальных обстановок прибрежной зоны с очень пологим (первые градусы) наклоном дна с последующим переходом в почти горизонтальный шельф. Источником обломочного материала служили еще сохранившиеся к тому времени приподнятые участки суши, с которых он сносился многочисленными временными потоками, ручьями и реками. Кроме того, часть обломков являлась результатом абразии берегов наступающим морем. Песчаный материал рассортировывался, перемывался морем, неоднократно переоткладывался, окатывался. Ископаемые аллювиальные системы не сохранились. Однако авандельтовый комплекс северо-западного простирания с большой вероятностью существовал на протяжении всего живетского века в районе г. Красновишерска и Соликамска. Прибрежные течения создавали морфологически выраженные песчаные тела и грядовые системы с разнонаправленной косой слоистостью. В результате циркуляции донных течений песчаный материал транспортировался в центральные части бассейна седиментации, формируя слабо выраженные аккумулятивные террасы и подводные плато.

Анализ зависимости изменения коллекторских свойств песчаников от их генезиса выявил, что породы с наилучшими фильтрационно-емкостными свойствами приурочены к

породам прибрежно-морского и авандельтового происхождения в зонах увеличенных мощностей. Такая закономерность напрямую связана с гидродинамической активностью среды, повлиявшей на степень сортировки песчаного материала и выноса глинистой составляющей. Вследствие единого вектора развития бассейна седиментации на всем протяжении живетского цикла осадконакопления сформировались участки повышенных толщин песчаников с высокими фильтрационно-емкостными характеристиками, накапливавшиеся в сходных палеогеографических условиях. Так для них участками зафиксирована пористость до 14-27 %, проницаемость 72 мД и выше. Результаты исследований терригенных отложений девона нашли свое отражение в рекомендациях по лицензированию перспективных участков по заказу администрации Пермского края.

Литература

Арасланова Р.М. Стратиграфическое распределение спор в терригенных отложениях девона Пермского Прикамья // Геология и нефтегазоносность севера Урало-Поволжья: Тр. ВНИГНИ. - Пермское книжн. изд-во, 1973. - Вып. 123. - С. 182-190.

Зверева К.А., Кузнецов Ю.И. Геофизическая, литолого-палеонтологическая, характеристика и унификация основных маркирующих горизонтов девонских и каменноугольных отложений Пермского Прикамья // Новые данные о геологическом строении и нефтегазоносности Пермского Прикамья: Тр. КФ ВНИГНИ. - Пермское книжн. изд-во, 1966. - Вып. 57. - С. 225-232.

Кутуков А.В., Чернышев И.В. О живетско-нижнефранских отложениях платформенной части Пермской области // Геологическое строение и нефтегазоносность Волго-Уральской области и сопредельных районов: Тр. ВНИГНИ, 1963. - Вып. XXXVI.

Сташкова Э.К., Багаев А.Н., Ощепков В.А. Девонский терригенный комплекс – объект увеличения ресурсной базы Пермского края // Материалы IV геологической конференции КамНИИКИГС: Сборник докладов. - Пермь, 2008. – С. 38-43.

Сташкова Э.К., Фрик М.Г., Багаев А.Н. Девонский терригенный комплекс и перспективы его нефтегазового потенциала в Пермском крае // Состояние и перспективы нефтегазового потенциала Пермского края и прилегающих регионов: Материалы научно-практической конференции (8-9 ноября 2006 г., Пермь). – Пермь, 2007. – С. 53-57.

Bagaev A.N.

Kama Research Institute for Complex Studies of Deep and Ultra-deep Wells (KamNIIKIGS), Perm, Russia, bagaev_alex@mail.ru

GIVETIAN ARENITES IN THE NORTH OF THE PERM REGION

The geological structure of the Givetian terrigenous deposits of the northern Krasnokamsk-Chusovsk ancient depression in the Perm region is analyzed. Detailed litho-facial and geological reconstruction enable us to reveal arenites distribution areas, trace lateral variability of material structure, make correlation of several sandstones, and reveal regularities of the reservoir properties' changes depending on sedimentation conditions.

Key words: sandstone, arenite, reservoir properties, Givetian stage, Krasnokamsk-Chusovsk ancient depression.

References

Araslanova R.M. *Stratigraficheskoe raspredelenie spor v terrigennykh otlozheniyakh devona Permskogo Prikam'ya* [Stratigraphic distribution of spores in the Devonian terrigenous sediments of the Perm Pre-Kama region]. *Geologiya i neftegazonosnost' severa Uralo-Povolzh'ya*. Trudy VNIGNI. Perm, 1973, vol. 123, pp. 182-190.

Kutukov A.V., Chernyshev I.V. *O zhivetsko-nizhnefranskikh otlozheniyakh platformennoy chasti Permskoy oblasti* [On the Givetian land Lower Frasnian deposits of the platform part of the Perm region]. *Geologicheskoe stroenie i neftegazonosnost' Volgo-Ural'skoy oblasti i sopredel'nykh rayonov*. Trudy VNIGNI, 1963, vol. XXXVI.

Stashkova E.K., Bagaev A.N., Oshchepkov V.A. *Devonskiy terrigennyi kompleks – ob"ekt uvelicheniya resursnoy bazy Permskogo kraya* [Devonian terrigenous complex - the object for increasing of the Perm region resource base]. *Materialy IV geologicheskoy konferentsii KamNIIKIGS* [Proceedings of IV Geological Conference of Kama Research Institute for Complex Studies of Deep and Ultra-deep Wells (KamNIIKIGS)]. Perm, 2008, pp. 38-43.

Stashkova E.K., Frik M.G., Bagaev A.N. *Devonskiy terrigennyi kompleks i perspektivy ego neftegazovogo potentsiala v Permskom krae* [Devonian terrigenous complex and its petroleum potential prospects in the Perm region]. *Materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Sostoyanie i perspektivy neftegazovogo potentsiala Permskogo kraya i prilegayushchikh regionov»* [Proceedings of the Conference «Current state and prospects of petroleum potential of the Perm region and adjacent areas»]. Perm, 2007, pp. 53-57.

Zvereva K.A., Kuznetsov Yu.I. *Geofizicheskaya, litologo-paleontologicheskaya, kharakteristika i unifikatsiya osnovnykh markiruyushchikh gorizontov devonskikh i kamennougol'nykh otlozheniy Permskogo Prikam'ya* [Geophysical, lithologic and paleontological characteristics and standardization of the key marker horizons of the Devonian and Carboniferous deposits of the Perm Pre-Kama region]. *Novye dannye o geologicheskoy stroenii i neftegazonosnosti Permskogo Prikam'ya*. Trudy KF VNIGNI. Perm, 1966, vol. 57, pp. 225-232.