

**ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
ГОРИЗОНТА А-1 (ВАРТОВСКАЯ СВИТА)
СОВЕТСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЕФТИ**

Ф. Я. БОРКУН, Ю. Л. БРЫЛКИН, Е. И. ЛЕОНТЬЕВ, В. И. РОМЕНКО

(Представлена профессором Д. С. Миковым)

Советское многопластовое месторождение нефти, открытое в 1962 году, расположено в центральной части Соснинского вала Нижне-Вартовского свода в пределах широтного течения реки Оби и приурочено к Соснинскому, Советскому, Медведевскому и Северо-Западному локальным поднятиям.

Горизонт А-1 (вартовская свита) стратиграфически залегает в кровле вартовской свиты готерив-барремского возраста. Его кровля выделяется в разрезах скважин довольно четкой сменой песчано-алевролитовых отложений горизонта аргиллито-глинистой толщей кошайской пачки, что фиксируется керновыми материалами и промыслово-геофизическими исследованиями. На диаграммах зондов, измеряющих кажущиеся сопротивления (КС), это отображается в виде перехода от значений КС, равных 3,0—4,0 ом. м против кровельных отложений горизонта до 2,1—2,4 ом. м соответствующим отложениям кошайской пачки глин. По диаграмме естественной поляризации (ПС) пород кровля горизонта отмечается переходом от отрицательных значений ПС к нулевым значениям («линия глин»), которыми обладают практически непроницаемые отложения кошайских глин. По диаграмме естественной радиоактивности (ГК) и нейтронно-гамма-активности (НГК) отложения горизонта выделяются не всегда четко от вмещающих их пород, что объясняется высокой заглинизированностью отложений горизонта А-1, постепенной литологической сменой песчано-глинистых отложений горизонта чисто глинисто-пеллитовыми отложениями кошайской пачки и недостаточно высокой разрешающей способностью применяемой аппаратуры.

Подощва горизонта выделяется и коррелируется недостаточно четко как по данным керна, так и по данным промыслово-геофизических исследований. Это объясняется тем, что горизонт подстилается литологически невыдержанными отложениями, состоящими из неравномерного переслаивания, алевролитов, глин и песчаников, в связи с чем возможно полное литологическое замещение непроницаемых подстилающих отложений проницаемыми, и появление нового пласта-коллектора А-1 «а» (скважины № 2, 22, 24, 59). Проведение подошвы горизонта в таких случаях возможно только как условное (рис. 1).

Горизонт А-1 (вартовская свита) на Советском месторождении вскрыт 92 скважинами, опробован испытанием в 83 скважинах, в результате чего выяснилось его довольно сложное геологическое строение.

Литологически горизонт представлен неравномерным чередованием песчаников, алевролитов, реже аргиллитов, при преобладающем количестве первых.

Песчаники серые, светло-зеленовато-серые, реже темно-серые с зеленоватым оттенком, разнозернистые, реже крупнозернистые. Необходимо отметить, что средне-мелкозернистые песчаники большей частью приурочены к подошвенной части горизонта, а тонко-мелкозернистые песчаники преобладают в кровле горизонта, в связи с чем песчаники в подошве горизонта состоят большей частью из зерен размером 0,1—0,25 мм (50—60 %), содержание алевролитовых зерен при этом варьирует в пределах 15%, а песчаники в кровле горизонта на 55—75% состоят из мелкозернистой фракции размером 0,25—0,01 мм. Зачастую тонко-мелкозернистые песчаники можно отнести к грубым алевролитам. Примесь алевритового материала в песчаниках горизонта не превышает 5%. Сортировка материала в перечисленных разностях песчаников хорошая и средняя. Средний медианный размер зерен песчаника по площади не имеет резких скачков и в основном варьирует в пределах 0,12 мм, однако по отдельным скважинам южной и юго-восточной части Советского месторождения (скв. № 38, 39, 24, 43, 69) наблюдается закономерная тенденция увеличения процентного содержания песчаной фракции размером 0,25—0,1 мм, что говорит о направлении поступления обломочного материала с востока и юго-востока.

Структура песчаников алевро-псаммитовая, псаммитовая, текстура чаще слоистая за счет ориентированного расположения глинистых участков, хлорита, слюд и растительного детрита, кроме того, глинистый материал присутствует и в дисперсном состоянии, и в виде линз, гнезд, тонких прерывистых прослоев. Обломочный материал составляет 85—90% породы, в тонкозернистых песчаниках его содержание уменьшается до 55—70%. По минералогическому составу обломочный материал представлен кварцем (40—50%), полевыми шпатами (35—40%), обломками пород (15—20%), слюдами, хлоритом (3—5%). Кроме основных компонентов, слагающих обломочный материал песчаников, встречаются глауконит (аутигенный) и в небольшом количестве акцессорные минералы, представленные гранатом, цирконом, апатитом.

Минералогический состав цемента в основном хлоритовый, каолиновый, каолинит-гидрослюдистый и редко карбонатный. Тип цементации пленочный, поровый и соприкосновения. В прослоях песчаника с карбонатным цементом тип цементации базальный, поровый.

Количественное распределение цемента в основном неравномерное. Участками он составляет 5—8%, большей частью 10—15%, а местами прослойками, гнездами до 20—35%. В карбонатных прослоях песчаника количество цемента достигает 35%.

Размер пор в песчаниках преобладает от 0,03 до 0,06 мм, встречаются как тупиковые, так и сообщающиеся поры.

Алевролиты играют значительную роль в общем объеме пород, слагающих горизонт, и приурочены в основном к его верхней части. Алевролиты светло-серые, темно-серые, с зеленоватым оттенком, мелко-крупнозернистые, часто песчанистые и песчаные. В гранулометрическом составе преобладают зерна размером 0,05—0,1 (40—70%), содержание мелкоалевритовых зерен (размером меньших 0,05 мм) равно 10—20%, реже 25%. Большинство алевролитов содержат примесь песчаного материала от 20 до 40% с размером песчаных зерен, равным чаще всего 0,12 мм.

Структура алевролитов под микроскопом алевритовая, чаще псаммо-алевритовая. Текстура чаще неправильно-слоистая, гнездовидная, но встречается и однородная.

Петрографо-минералогическая характеристика, состав обломочного материала, тип цемента и характер его распределения аналогичны вышеописанным тонко-мелкозернистым песчаникам. Алевролиты, как и

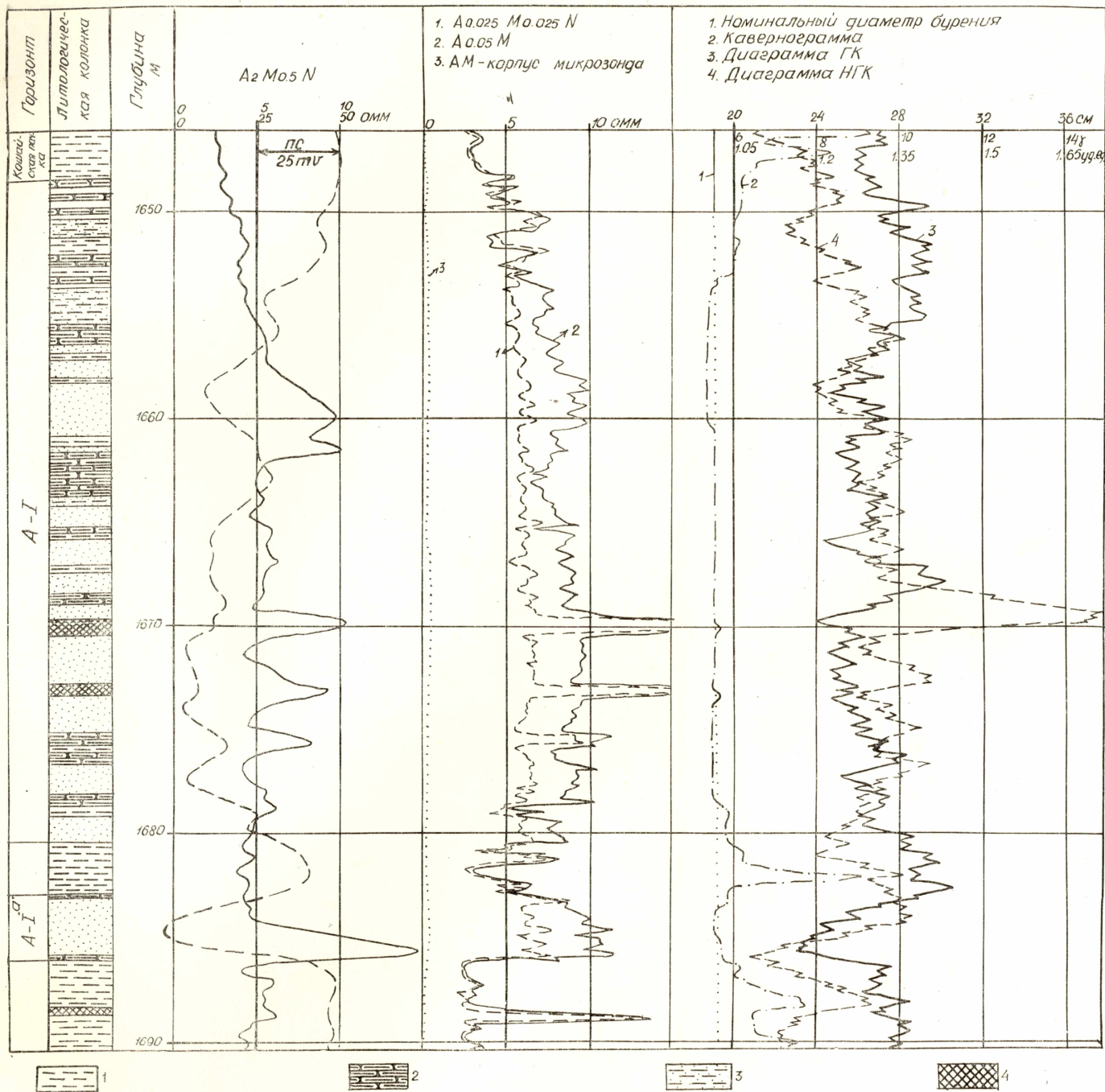


Рис. 1. Геолого-геофизический разрез горизонта A-I (вартовская свита) по скважине № 59 Советского месторождения нефти: 1—глины, 2—алевролиты, 3—глинистые песчаники, 4—плотные песчаники и алевролиты.

песчаники в горизонте А-1 (вартовская свита), можно рассматривать как возможные коллекторы нефти.

Глинистый материал присутствует повсеместно в горизонте как в дисперсном состоянии, так и в виде скоплений в форме гнезд, линз и прослоев. Для отложений горизонта в целом характерно постепенное увеличение глинистого материала в направлении от подошвы к кровле в виде глинистой примеси в песчаниках и алевролитах до их полного замещения глинами в кровле горизонта. При значительных скоплениях глины темно-серые, зеленовато-серые, комковатые, иногда аргиллитоподобные. В гранулометрическом составе глин преобладают частички, размером $<0,01$ мм (53—90%), в подчиненном количестве встречаются частички размером 0,1—0,01 мм и очень редки частички размером 0,1—0,25 мм (0,5—5%).

В минералогическом составе преобладает каолинит-гидрослюдистый и гидрослюдистый, реже хлорит-каолинитовый, встречены единичные образцы глин с присутствием в них монтморилланита. Значения коэффициента пористости коллекторов горизонта совпадают как по данным керна, так и по промыслово-геофизическим данным и варьируют в пределах от 14 до 32% при наиболее часто встречающихся значениях, равных 23%.

Значения коэффициента проницаемости, определенные по керновому материалу, изменяются в широком диапазоне от 0,5 до 1500 м дарси.

Литологическая невыдержанность горизонта, его полимиктовый состав, увеличение глинистого материала в кровле горизонта находят свое отражение и в материалах промыслово-геофизических исследований.

По диаграммам естественной поляризации пород (СП) качественно фиксируется неоднородность горизонта в литологическом отношении, в частности, подошвенной, менее заглинизированной части горизонта соответствуют высокие отрицательные значения СП в пределах —55—100 мВ, а кровельной, более заглинизированной части горизонта соответствуют более низкие отрицательные значения СП от —20—30 мВ до нулевых значений против кошайских глин (рис. 1).

По диаграммам градиент- и потенциалмикрозондов проницаемые пласты горизонта четко фиксируются положительным приращением показаний потенциал-зонда по сравнению с показаниями градиент-зонда (8,5 ом·м в первом случае и 5,0 ом·м во втором случае), что объясняется наличием глинистой корочки против этих пластов. Непроницаемые глинистые пропластки регистрируются низкими, совпадающими показаниями градиент- и потенциалмикрозондов в пределах 2,5 ом·м.

Плотные литологические пропластки, встречающиеся в горизонте, отмечаются высокими показаниями градиент- и потенциал-микрозондов, достигающими иногда значений до 20 ом·м. Увеличение глинистости горизонта в его кровельной части находит свое отражение на диаграммах микрозондов в уменьшении абсолютной величины положительного приращения показаний потенциал-зонда над показаниями градиент-зонда, что говорит об уменьшении проницаемости коллекторов в кровле горизонта.

Результаты кавернометрии строго сопоставляются с данными микрозондирования и измерения естественной поляризации отложений горизонта. Против проницаемых пластов горизонта диаметр ствола скважины близок к номинальному диаметру, соответствующему размеру применяемого при бурении долота, а против глинистых прослоев и кошайской пачки глин отмечается увеличение диаметра скважин по сравнению с номинальным. Кровля горизонта выделяется характерным сужением диаметра скважины до номинального, что говорит о литологическом переходе от кошайских глин к песчано-алевролитовым отложениям горизонта А-1.

По диаграмме естественной радиоактивности (ГК) нейтронно-гамма активности (НГК) отложения горизонта выделяются от вмещающих их пород не всегда уверенно, что объясняется высокой заглинизированностью отложений горизонта и недостаточно высокой разрешающей способностью применяемой аппаратуры. Интенсивность естественного гамма-излучения против пород горизонта варьирует в пределах от 6 (для песчаных разностей пород) до 12 гамм (для глинистых пород), а интенсивность нейтронно-гамма активности варьирует, соответственно, в пределах от 1,05 до 1,5 условных единиц.

Особенно широким диапазоном изменения характеризуется один из основных физических параметров — удельное электрическое сопротивление ($\rho_{пл}$), значения которого для проницаемых пластов варьируют от 2,0 до 34,0 ом·м. Для нефтенасыщенных, сильнозаглинизированных коллекторов с относительной глинистостью от 0,4 до 0,65 присущи значения $\rho_{пл}$, соответственно изменяющиеся от 5,5 до 2,5 ом·м, а высокие значения удельного электрического сопротивления 6—30 ом·м соответствуют менее заглиниженным нефтенасыщенным коллекторам. Удельные же электрические сопротивления водонасыщенных пластов ($\rho_{пл}^в$) горизонта обладают довольно выдержанными значениями от 1,5 до 4,0 ом·м, наиболее часто встречаются значения $\rho_{пл}^в$ от 2 до 3 ом·м (51,2% от всех случаев) (рис. 2).

При сопоставлении параметра отношения удельного электрического сопротивления зоны проникновения ($\rho_{зп}$) к удельному электрическому сопротивлению бурового раствора (ρ_c) для нефтенасыщенных и водонасыщенных пластов горизонта выяснилось, что значения этого параметра совпадают как для тех, так и других пластов чаще всего в пределах от 4 до 6, хотя некоторая тенденция к их дифференциации и наблюдается, но она настолько слабо выражена, что использовать этот параметр для определения характера насыщения пластов невозможно.

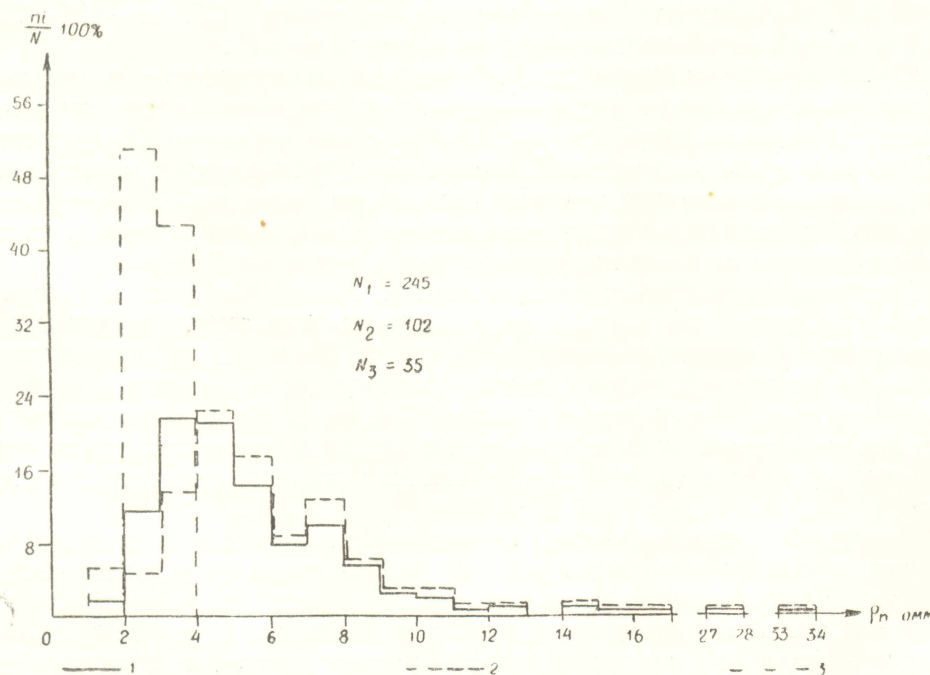


Рис. 2. Гистограмма распределения удельного электрического сопротивления $\rho_{пл}$ песчаных и алевроитовых коллекторов горизонта А-1 (вартовская свита) Советского месторождения нефти: 1 — водонасыщенные и нефтенасыщенные пласты, 2 — нефтенасыщенные пласты по данным испытания, 3 — водонасыщенные пласты по данным испытания.

Лучшими возможностями в этом смысле обладает параметр отношения удельного электрического сопротивления зоны проникновения ($\rho_{зп}$) к удельному электрическому сопротивлению пласта ($\rho_{пл}$) — $\frac{\rho_{зп}}{\rho_{пл}}$;

так как 46,3% от всех рассмотренных случаев имели для нефтенасыщенных пластов значения параметра в пределе от 1 до 2, а 51% всех водонасыщенных пластов от 2 до 4. Но неоднозначность определения характера насыщения пластов по этому параметру при граничном значении параметра, равном 2, была бы равна 46,3%.

Наиболее вероятное значение отношения диаметра зоны проникновения (D) к диаметру скважины (d) оказалось равным 4, а отношение удельного электрического сопротивления пласта ($\rho_{пл}$) к удельному электрическому сопротивлению бурового раствора (ρ_c) в пределах от 1 до 3.

Для оценки характера насыщения пластов горизонта представляется возможность использования их удельного электрического сопротивления, принимая за границу раздела значение $\rho_{пл}$, равное 4 (рис. 2). Из рис. 2 видно, что $\rho_{пл}$ для водоносных пластов лежит в пределах от 1,5 до 4 ом·м, а нефтеносных — от 2 до 34 ом·м, т. е. областью неоднозначности являются значения $\rho_{пл}$ от 2 до 4 ом·м. Считая за нефтенасыщенные пласты, с удельным электрическим сопротивлением выше 4,0 ом·м, мы вправе ожидать получения из них нефти с вероятностью, равной 1,0, но при этом потеряется часть нефтенасыщенных пластов с $\rho_{пл} = (2-4)$ ом·м, входящих в область неопределенности. Для приведенной выборки эта потеря составит 18,6%.

Исходя из геолого-геофизической характеристики горизонта А-1 (вартовская свита), необходимо отметить его резко выраженную минералогическую, литологическую и физическую неоднородность, в связи с чем следует вывод о необходимости использования статистических методов его изучения, обязательном учете степени заглинизированности его коллекторов.