## Введение

Жидкое и газообразное углеводородное сырье ежегодно извлекается из недр Земли через сотни тысяч добывающих скважин, которые, будучи закреплены стальными обсадными трубами большой конструкционной прочности, выполняют роль герметичных вертикальных или наклонных трубопроводов, соединяющих глубокозалегающие нефтяные пласты с размещенными на дневной поверхности системами сбора, подготовки и транспортировки добытой нефти и газа.

В технологически обусловленном сочетании с геологическими, геофизическими, геохимическими и гидродинамическими исследованиями бурение скважин различного назначения ведется на всех этапах цикла разведки и разработки нефтяного (газового, газо-конденсатного и др.) месторождения. Условия размещения, бурения, закачивания и эксплуатации всех этих скважин следует учитывать при планировании, проектировании, финансировании и организации буровых работ.

На современном этапе развития различных направлений горного дела бурение скважины осуществляется как самостоятельный цикл строительства горно-технического сооружения, например, при разведке или эксплуатации жидких и газообразных полезных ископаемых, а также и как вспомогательная операция, выполняемая при других горных и строительных работах, например во время проходки шахт в сильно водоносных породах по известному способу предварительного замораживания или цементирования грунта, для исследования грунтов при возведении крупных объектов промышленного и гражданского строительства.

К числу отраслей, производственная деятельность которых находится в прямой зависимости от физических объемов и качества буровых работ, относятся Миннефтепром, Мингазпром и Министерство геологии СССР. Все скважины, сооружаемые буровыми предприятиями этих отраслей с целью геологического исследования недр на территории страны и шельфовых акваториях, проведения нефтегазопоисковых работ, разведки и разработки нефтяных и газовых месторождений, подразделяются на опорные, параметрические, структурные, поисковые, разведочные, эксплуатационные, оценочные, нагнетательные, наблюдательные и др.

Наряду с этим буровые скважины различного назначения в довольно большом количестве сооружаются и применяются в угольной, горнорудной, химической промышленности, в сфере медицинского обслуживания населения, а также в системе промышленного и гражданского строительства.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

3

**Классификация скважин по назначению**

Цилиндрическая горная выработка, проводимая с поверхности земли вглубь при помощи механизмов и имеющая очень небольшое поперечное сечение по сравнению с глубиной, называется буровой скважиной. Скважины могут быть вертикальными или наклонными, диаметры их колеблются в широких пределах (25-900 мм), глубина — от нескольких метров до нескольких тысяч метров.

Начало скважины у поверхности земли называется устьем, дно — забоем, стенки скважины образуют ее ствол.

Все скважины, бурящиеся с целью региональных исследований, поисков, разведки и разработки нефтяных и газовых месторождений или залежей, делятся на следующие категории: опорные, параметрические, структурные, поисковые, разведочные, эксплуатационные.

1. Опорные скважины бурят для изучения геологического строения и гидрогеологических условий регионов, определения общих закономерностей распространения комплексов отложений, благоприятных для нефтегазонакопления, с целью выбора наиболее перспективных направлений геологоразведочных работ на нефть и газ.

Опорные скважины подразделяются на две группы:

К первой группе относят скважины, закладываемые в районах, не исследованных бурением, с целью всестороннего изучения разреза осадочных пород и установления возраста и вещественного состава фундамента.

Ко второй группе относят скважины, закладываемые в относительно изученных районах для всестороннего изучения нижней части разреза, ранее не вскрытой бурением, или для освещения отдельных принципиальных вопросов с целью уточнения геологического строения и перспектив нефтегазоносности района и повышения эффективности геологоразведочных работ на нефть и газ.

2. Параметрические скважины бурят для изучения глубинного геологического строения и сравнительной оценки перспектив нефтегазоносности возможных зон нефтегазонакопления; выявления наиболее перспективных районов для детальных геологопоисковых работ, а также для получения необходимых сведений о геолого-геофизической характеристике разреза отложений с целью уточнения результатов сейсмических и других геофизических исследований.

3. Структурные скважины бурят для выявления перспективных площадей и их подготовки к поисково-разведочному бурению.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

4

4. Поисковые скважины бурят с целью открытия новых месторождений нефти и газа. К этой категории относят скважины, заложенные на новой площади, а также первые скважины, заложенные на те же горизонты в обособленных тектонических блоках, или скважины, заложенные на новые горизонты в пределах месторождения. Поисковыми их считают до получения первых промышленных притоков нефти или газа.

5. Разведочные скважины бурят на площадях с установленной промышленной нефтегазоносностью с целью подготовки запасов нефти газа.

6. Эксплуатационные скважины бурят для разработки и эксплуатации залежей нефти и газа. В эту категорию входят оценочные, эксплуатационные, нагнетательные и наблюдательные (контрольные, пьезометрические) скважины.

Оценочные скважины бурят на разрабатываемую или подготавливаемую к опытной эксплуатации залежь нефти с целью уточнения параметров и режима работы пласта, выявления и уточнения границ обособленных продуктивных полей, а также оценки выработки отдельных участков залежи.

Нагнетательные скважины используют при воздействии на эксплуатируемый пласт различных агентов (закачка воды, газа или воздуха и др.).

Наблюдательные скважины бурят для наблюдения за изменением давления, положения водо-газонефтяных контактов в процессе эксплуатации пласта.

7. Специальные скважины бурят для сброса промышленных вод, ликвидации открытых фонтанов нефти и газа, подготовки структур для подземных хранилищ газа и закачки в них газа, разведки и добычи технических вод.

**3. Классификация скважин по профилю**

Из практики бурения известно, что практически невозможно получить идеально вертикальный профиль, т.к. при прохождении пластов с различной твердостью, степенью восстания (наклона) пластов и из-за влияния многих других причин имеет место естественное искривление профиля. Конечно, в настоящее время наработан большой опыт по стабилизации профиля скважины, но при этом удорожается строительство и поэтому не всегда экономически целесообразно проводить стабилизационные мероприятия из-за их значительной трудоемкости. В то же время разработка месторождений, залегающих под населенными пунктами, морями, на болотистых участках и т.д., способствовала активному внедрению наклонно направленных скважин (ННС), профиль которых искусственно искривляется с целью вывода забоя скважины в нужную точку продуктивного пласта. Так, уже в 1958 году в Азербайджане 30% общего объема бурения составляло бурение наклонно направленных скважин. В процессе спуско-подъемных операций (СПО) с бурильными и насосно-компрессорными трубами (НКТ), при СПО со штангами, а также в процессе эксплуатации было замечено существенное отличие нагрузок в точке подвеса штанг и труб на таких скважинах от нагрузок в скважинах с весьма слабой искривленностью, которые принято называть вертикальными. Для отслеживания закономерностей влияния степени и характера искривления

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

5

точке подвеса штанг и труб на таких скважинах от нагрузок в скважинах с весьма слабой искривленностью, которые принято называть вертикальными. Для отслеживания закономерностей влияния степени и характера искривления на технологию бурения и эксплуатации, на величину нагрузок и износа подземного оборудования необходимо было классифицировать скважины по их профилю. В одной из первых попыток классификации все скважины были разделены на четыре группы, где к первой группе были отнесены все плоско искривленные скважины, а к остальным — пространственно искривленные. Плоско искривленными являются скважины, у которых весь профиль лежит в одной вертикальной плоскости, т.е. имеют постоянный азимут.

Пространственно искривленные скважины характеризуются одновременным изменениям зенитного угла и азимута, т.е. проекция ствола скважины на горизонтальную плоскость представляет собой кривую линию, вплоть до образования петель. Как показал опыт, для решения названных задач требуется более подробная классификация, в первую очередь, для ННС. Поэтому в последующие годы многократно предпринимались попытки уточнить классификацию с учетом специфики бурения и эксплуатации ННС.

В настоящее время благодаря большому опыту бурения наклонно направленных скважин, разработке широчайшего спектра различного типа отклонителей и стабилизаторов, научно обоснованных рекомендаций по компоновке низа бурильной колонны (КНБК) можно получить практически любой наперед заданный профиль. В одной из последних работ дана подробная классификация профилей ННС, используемых для проектирования в различных регионах России, США, Англии. Как обычно, они делятся на плоские и пространственные.

Пространственные профили характеризуются увеличением длины ствола скважины по сравнению с плоскими при одинаковой глубине забоя, значительными силами трения при перемещениях бурильных труб, НКТ и штанг, т.е. имеют существенные недостатки. Тем не менее такие профили вынуждены использовать при проектировании глубоких наклонных скважин в районах со сложным геологическим строением, где проводка наклонных плоских скважин невозможна или экономически нецелесообразна.

Плоские профили состоят из различных комбинаций прямолинейных и искривленных участков, причем последние в проектах и расчетах принимаются дугами окружностей определенных радиусов. Профиль любой плоской наклонно направленной скважины включает верхний вертикальный участок, необходимый для упрощения СПО с глубинным оборудованием, и участок начального искривления.

Согласно принятой в работе методике плоские ННС подразделяются на тангенциальные, S-образные и J-образные, заканчивающиеся

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

6

соответственно наклонным (тангенциальным) участком, участком малоинтенсивного уменьшения зенитного угла, участком малоинтенсивного увеличения зенитного угла.

Вступление большинства нефтяных месторождений страны в позднюю стадию эксплуатации сопровождается резким падением дебитов, ростом обводненности, прорывами воды к эксплуатационным скважинам, в результате чего в пласте остаются заблокированными линзы нефти. Эксплуатация нефтяных месторождений вертикальными скважинами позволяет извлечь около 50% содержащейся в пласте нефти, а в карбонатных коллекторах коэффициент нефтеотдачи еще ниже. Даже при плотных сетках скважин (0,8...6,0 га/скв.) нефтеотдача в карбонатных коллекторах не превышает 12,5-36%. На месторождениях с высоковязкой нефтью она не достигает и 10%. Картина практически не меняется и при переходе к наклонно направленным скважинам.

Исключительная ценность нефти как углеводородного сырья и энергоносителя на фоне падения объемов добычи и промышленных запасов вынуждает вводить в эксплуатацию месторождения с маломощными продуктивными пластами, высоковязкими нефтями и битумами, ранее считавшиеся не перспективными. В таких условиях для достижения приемлемых текущих дебитов, конечной нефтеотдачи и себестоимости, являющихся важнейшими критериями в нефтедобыче, становится совершенно необходимым переход к горизонтальным скважинам (ГС). Применение ГС позволяет уменьшить количество скважин, весьма существенно улучшить дренирование пластов, включить в эксплуатацию оставшиеся линзы нефти, повысить эффективность обработок призабойной зоны скважины за счет ее расширения.

Профиль горизонтальных скважин состоит из двух сопряженных между собой частей: направляющей и горизонтальной. При проектировании горизонтальных скважин используют только J-образный тип профиля. По величине радиуса кривизны ствола различают три типа профиля горизонтальной скважины: с большим, средним и малым радиусами.

Горизонтальные скважины с большим (более 190 м) радиусом кривизны могут быть реализованы при кустовом способе бурения на суше и море, а также при бурении отдельных скважин с большим отклонением от вертикали при длине горизонтального участка 600-1500 м. При строительстве данных скважин используются стандартные техника и технология наклонно направленного бурения, позволяющие получить максимальную интенсивность искривления 0,7…2,0° на 10 м проходки.

Горизонтальные профили скважин со средним радиусом искривления (60-190 м) применяются как при строительстве новых одиночных скважин, так и для восстановления продуктивности старых эксплуатационных скважин. При этом максимальная интенсивность искривления скважины находится в пределах 3... 10° на 10 м проходки при длине горизонтального участка 450-900 м.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

7

Такие скважины наиболее экономичны, т.к. имеют значительно меньшую длину ствола по сравнению со скважинами с большим радиусом, обеспечивают более точное попадание ствола в заданную точку на поверхности продуктивного горизонта. Это особенно важно при разбуривании маломощных нефтяных и газовых пластов.

Горизонтальные скважины с малым радиусом кривизны эффективны при разбуривании месторождений, находящихся на поздней стадии эксплуатации. Профиль скважины с малым радиусом искривления позволяет разместить насосное оборудование в вертикальном участке скважины и обеспечить наиболее точное попадание в заданную точку поверхности продуктивного горизонта. Малыми радиусами кривизны считаются радиусы от 10 до 30 м, при которых интенсивность искривления составляет 1,1-2,5° на 1 м (11-25° на 10 проходки). Длина горизонтального участка составляет в таких скважинах 90-250 м.

В России же преимущественно строят профили с большим и средним радиусами кривизны.

Кроме горизонтальных скважин в последние годы начали применять многозабойные скважины (МЗС), состоящие из вертикального ствола с разветвленной системой горизонтальных, полого-наклонных или волнообразных ответвлений, служащих дополнительными каналами, по которым нефть или битум поступают в основной ствол. Число ответвлений на сегодняшний день выполняется от 2 до 11. Основная задача МЗС — получение максимальных текущих и накопленных отборов нефти. По классификации ВНИИ-нефть МЗС подразделяется на следующие типы:

- с горизонтальными и полого-наклонными стволами, пробуренными из основного ствола; многоярусные;

- радиальные, в которых из одного горизонтального ствола бурится система радиальных стволов.

**4. Классификация скважин по эксплуатационно-экономическим критериям**

На промыслах принято распределять скважины на две категории по составу и свойствам их продукции, а также по профилю ствола скважины:

нормальные;

скважины с осложненными условиями

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

8

К нормальным относят вертикальные скважины с практическим отсутствием влияния газа на работу насоса, с содержанием в откачиваемой жидкости механических примесей (песка, глины, продуктов износа) не более 1,3 г/л и вязкости добываемой жидкости до 30 мПа с. При этом термин «вертикальная скважина» является условным, т.к. практически любая скважина имеет искривления как вертикальной плоскости (зенитные), так и (или) в горизонтальной (по азимуту). В ряде случаев для отнесения скважин к категории «нормальных» кроме указанных предъявляются дополнительные требования: обводненность продукции - не более 50%; минерализация - не более 10 г/л, отсутствие или незначительность отложений солей и парафинов на узлах подземного оборудования.

Если параметры скважины и ее продукции не соответствуют вышеперечисленным критериям, то это скважина с осложненными условиями. При этом в зависимости от наиболее значительно осложняющего эксплуатацию фактора, скважины делятся на «песочные», «газовые», «коррозионные», «солеотлагающие», с жидкостью повышенной вязкости (30...60 мПа с), высоковязкие (более 60 мПас), с неньютоновскими жидкостями, битумные.

Широко используется также классификация скважин по глубине и по подаче.

По глубине (по высоте подъема жидкости) скважины условно делят на мелкие (до 500 м), средние (500-1500 м), глубокие (1500-2500 м) и сверхглубокие (более 2500 м). По подаче - на малодебитные (до 5 м3/сут), среднедебитные (5-100 м3/сут) и высокодебитные (более 100м3/сут).

В зависимости от степени осложняющего влияния того или иного фактора или их сочетания выбирают соответствующий способ и оборудование для эксплуатации. При этом кроме критерия техно- логической пригодности способа эксплуатации учитывается экономическая оправданность.

**5. Классификация скважин в США**

Используемая в настоящее время в США классификация скважин представляет собою лишь несколько усовершенствованную классифи- кацию, предложенную Фредериком Лахи (F. H. Lahee) в 1944 г. Как отмечает Ф. Лахи, цель создания классификации сводилась к комплексному учету геологических и экономических факторов и разработке наиболее приемлемой терминологии, тесно увязанной с классификацией запасов нефти и газа.

В соответствии с классификацией по Ф. Лахи все скважины подразделяются на две основные категории: разведочные (exploratory wells) и эксплуатационные (field wells). Разведочные скважины включают в себя пять групп: "дикая кошка на новое месторождение" (new-field wildcat), "дикая кошка на новую залежь" (new-pool wildcat), опробовательница нижней залежи или пласта" (dipper pool (pay) test), "опробовательница верхней залежи или пласта" (shallower pool (pay) test), "опережающая" или "расширяющая" (outpost или extension test).

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

9

По словам Ф. Лахи, предложенная пятичленная классификация разведочных скважин является результатом тщательного обдумывания и длительного обсуждения. Она легко увязывается с системой производства и учета геологоразведочных работ при бурений как на новые пласты на площадях с существующей добычей нефти и газа, так и на новые залежи на установленных структурах и новые залежи неразрабатываемых регионов. Эта классификация позволяет оценивать степень экономического риска при производстве геологоразведочных работ и придает более глубокое содержание классификации запасов, открываемых на различных стадиях этих работ. В современной трактовке назначение скважин следующее.

Дикая кошка на новое месторождение - это скважина, расположенная на структурной или неструктурной ловушке, в пределах которой до бурения этой скважины не добывались ни нефть, ни газ. В районах с неизученными или слабо изученными локальными геологическими условиями такие скважины располагаются на расстояниях не менее 3,2 км от ближайшей площади, на которой производится добыча нефти или газа. Подчеркивается, что в связи с разнообразием геологических условий расстояние не является определяющим фактором.

Более важна степень риска, принимаемого на себя предпринимателем в связи с желанием опробовать структурную или неструктурную ловушку, продуктивность которой еще не доказана бурением.

Дикая кошка на новую залежь - это скважина, закладываемая с целью разведки новой залежи на структурной или неструктурной ловушке за пределами известных границ продуктивной площади, где уже добываются нефть или газ. В отдельных районах, где локальные геологические условия изучены слаба, такие разведочные скважины иногда называются "близкая дикая кошка". Расстояние точки расположения такой скважины от ближайшей продуктивной площади обычно не превышает 3,2 км.

Опробовательница нижней залежи (или пласта) - это скважина, расположенная в пределах границ продуктивной площади залежи или залежей, которые уже частично или полностью разрабатываются. Цель скважины - разведка пласта, залегающего ниже разрабатываемых залежей.

Опробовательница верхней залежи (или пласта) бурится с целью обнаружения новой, еще не опробованной залежи, наличие которой по данным ранее пробуренных скважин можно предположить в пластах, расположенных выше разрабатываемых или уже разработанных залежей.

Опережающие или расширяющие скважины закладывают с целью разведки частично разрабатываемой залежи обычно на двойном (иногда несколько большем) расстоянии по сравнению с расстоянием между эксплуатационными скважинами на разрабатываемой части залежи.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

10

КЛУШ. 074726. О91 ПЗ

Эксплуатационная скважина - это скважина, которая бурится в пределах доказанной площади нефтегазоносности до глубины стратиграфического горизонта, продуктивность которого доказана бурением.

По итогам бурения и опробования разведочные и эксплуатационные скважины подразделяются на "удачные" (successful) и "неудачные" (unsuccessful). В последнем случае они нередко характеризуются как "сухие" (dry).

По данным Томаса Мюррея (Т. Н. Murray, 1988), в современной классификации скважин дополнительно выделяются еще три группы скважин; "стратиграфическая оценочная" (stratigraphic test), "обслуживающая" (service well) и "старая углубляемая скважина" (old well drilled deeper).

Стратиграфическая оценочная скважина имеет общегеологическое назначение и бурится с целью получения информации, касающейся специфических геологических условий, знание которых может привести к последующему открытию скоплений нефти или газа. Такие скважины бурятся без опробования на продуктивность. Они являются скважинами, предназначенными только для отбора керна и (или) проведения каких-либо других видов исследований, касающихся разведки на нефть и газ.

Обслуживающая скважина бурится на существующем месторождении с целью поддержания добычи путем; закачки газа, воды, воздуха, пара, а также для сброса пластовых вод, получения воды для нагнетания и в качестве наблюдательной скважины.

Старая углубляемая скважина - это скважина, разбуриваемая ниже прежней ее глубины. Такое разбуривание скважины может привести (или не привести) к открытию нефти или газа. В первом случае она квалифицируется как "удачная", во втором - как "неудачная" или "сухая". В статистике бурения фиксируется проходка лишь ниже старого забоя.

**6. Заключение**

В настоящее время скважины бурят практически во всех средах для проведения научных исследований и обычных нефтегазо-разведочных работ; эксплуатации месторождений газообразных, жидких и твердых полезных ископаемых; сброса промышленных отходов и осуществления множества других технологических процессов.

Столь широкий диапазон применения буровых скважин в различных отраслях народного хозяйства определил многообразие условий размещения устьев, способов проходки и пространственного положения стволов этих выработок в пересекаемых ими горных массивах.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

11

КЛУШ. 074726. О91 ПЗ

В соответствии с классификацией фондов социалистического материального производства нефтяная и газовая скважины относятся к основным производственным фондам. В рамках более детализированной отраслевой классификации основных производственных фондов сооружаемые в нефтяной промышленности скважины относятся к группе «Сооружения и передаточные устройства».

Скважина как строительный объект, относящийся к основным производственным фондам, характеризуется показателями, подразделяющимися на две условные группы: группу не изменяющихся или редко изменяющихся «условно постоянных» данных, к которым, в частности, относятся так называемые «паспортные» данные скважины; группу часто изменяющихся «условно переменных» данных, к которой относятся так называемые эксплуатационные данные» скважины.

Эти паспортные и эксплуатационные данные достаточно полно характеризуют как саму скважину, так и ее оснащение

## Список литературы

1. Муравьев В. М. Эксплуатация нефтяных и газовых скважин. М., «Недра», 1973, 381 с.

2. Жданов М. А. Нефтегазопромысловая геология и подсчет запасов нефти и газа. М., «Недра», 1970. 484 с.

3. Максимов М. И. Геологические основы разработки нефтяных месторождений. М., «Недра», 1965. 488 с.

4. Муравьев В. М., Середа Н. Г. Основы нефтяного и газового дела. М., «Недра», 1967. 280 с

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

12

**Содержание**

1. Введение 3

2. Классификация скважин по назначению 4

3.Классификация скважин по профилю 5

4. Классификация скважин по эксплуатационно-экономическим 8

критериям

5.Классификация скважин в США 9

6. Заключение 11

7. Список литературы 12

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

2