

УДК 622.24

С.А. Заурбеков

ПРОВЕРКА ДЕТЕРМИНИРОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ НАПРАВЛЕННОГО БУРЕНИЯ СКВАЖИН

Рассмотрены вопросы выкручивания и стабилизации траектории бурения скважин в условиях с резко выраженной тенденцией к естественному или самопроизвольному «выполаживанию» на примерах проводки скважин на месторождения Центрального и Восточного Казахстана.

Ключевые слова: бурение скважин, геологические условия, выполнаживание, стабилизация траектории бурения.

Адекватность трассы направленной скважины, определяющая степень её точности и соответствия проектной, проверяют обычно так называемым активным экспериментом, т.е. непосредственным воздействием исследователя на входы реального объекта и наблюдением за реакцией последнего. Рассмотрим проекты выкручивания и стабилизации в условиях с резко выраженной тенденцией к естественному или самопроизвольному «выполнаживанию», т.е. скважин с положительным вектором анизотропии на месторождениях «Восточный Жайрем» (Центральный Казахстан) и «Новолениногорское» (Рудный Алтай, Восточный Казахстан), а также метод «выполнаживания» — на месторождении «Старый Атабай» (Центральный Казахстан).

Проект «выполнаживания» скважин с применением колонкового набора L длиной, превышающей стабилизирующую LCT , т.е. $L > LCT$

Для апробации этого положения нами было выбрано месторождение «Старый Атабай», т.к. этот объект традиционно считался трудным для «выполнаживания» скважин. Рассмот-

рим некоторые особенности искривления скважин на этом месторождении на примере ранее пробуренных — скв. 210 и скв. 202 (рис. 1). Месторождение «Старый Атабай» имеет блоковое строение, осложнённое тектоническими нарушениями с трещиноватыми породами и глубоким развитием зоны окисления коры выветривания. Породы крутопадающие и представлены углисто — глинистыми сланцами, интенсивно пиритизированными с кварц-кальцитовыми прожилками, трещиноватыми кварцитами и туфлитами, гравелитами, скарнами. При бурении скважин в этих условиях возникают самые различные геологические осложнения: поглощение промывочной жидкости, обвалы стенок скважины, кавернообразование. В породах повышенной трещиноватости, особенно в рудных зонах, выход керна при бурении обычным способом очень низкий — 25–35 %.

$$\rho_{\text{ж}} = 1.16 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Таким образом, исходя из довольно сложных геологических условий месторождения «Старый Атабай» и необходимости обеспечения самого главного требования — достижения

хотя бы минимально необходимого угла встречи рудных тел, все скважины проектировались наклонными. Причем, углы заложения, как начальный, так и конечный, находились в крайне неблагоприятном диапазоне — в пределах зенитных углов $\theta = 13\text{--}16^0$. Скважины проходились в два этапа: — бурение скважин $\varnothing 112$ мм и $\varnothing 93$ мм по рыхлым отложениям и коре выветривания с последующим креплением трубами $\varnothing 108$ мм и $\varnothing 89$ мм; — остальная часть скважины (после обсадной колонны) до проектной глубины — алмазным и твердосплавным инструментом $\varnothing 76$ мм и $\varnothing 59$ мм.

Анализ ранее пробуренных скважин позволил установить главную причину, приводящую к выкручиванию скважин — применение «короткого» колонкового набора при переходе скважины с большего диаметра ($\varnothing 112$ мм и $\varnothing 93$ мм) на меньший ($\varnothing 76$ мм и $\varnothing 59$ мм), что, как правило, вызывает резкое отклонение в сторону выкручивания скважины (скв. 202). Поясним, что означает «короткий набор» $\varnothing 57$ мм в наклонной скважине $\varnothing 93$ мм.

Рассчитаем стабилизирующую длину колонкового набора, исходя из следующих параметров:

- нижняя свеча из бурильных труб СБТ-50/42; осевая нагрузка 7 кН;
- зенитный угол скважины $\theta = 15^0$;
- вес 1 м керна 0,038 кН/м при плотности пород 27 кН/м³;
- длина полуволны [1] составляет 51 м;
- стабилизирующая длина в начале рейса ($K_u = 0$)

$$L_{CT_1} = 5,1 \cdot 6,75^{0,5} \cdot 5,22^{-0,5} = 5,8h \text{ м};$$

- стабилизирующая длина в среднем, в течение рейса ($K_u = 0,5$)

$$\begin{aligned} L_{CT_1} &= 5,1 \cdot 6,75^{0,5} \cdot (5,22 + 0,5 \cdot 3,81)^{-0,5} = \\ &= 4,65 \text{ м.} \end{aligned}$$

Для того чтобы «выложить» скважины, необходимо и достаточно было применить колонковый набор длиной L , превышающей значение расчетной LCT , т.е. $L > LCT$; оптимальная длина в нашем случае должна быть более 58 м или по меньшей мере, превышать величину 465 м.

Исходя из основных положений детерминированной (бесклиновой) технологии, нами при бурении вновь забуренных наклонных скважин скв. 221, скв. 223 (рис. 1) применялись удлиненные наборы (более L_{CT_1}): $\varnothing 108$ мм длиной 58 м — скв. 223, $\varnothing 89$ мм длиной 53 м — скв. 221, — $\varnothing 73$ мм длиной 59 м — скв. 223 и таким образом была не только исключена возможность выкручивания ствола, но и обеспечено необходимое по проекту «выполаживание» — целиком исключив ранее применявшиеся искусственное искривление. В дальнейшем при бурении этих скважин $\varnothing 59$ мм задача их «выполнения» решалась в строгом соответствии с детерминированной технологией применением наборов длиннее стабилизирующей как при вращательном бурении, так и с использованием высокочастотных гидроударников ГВ-6.

Сохранение или стабилизация зенитного угла скважины с применением колонкового набора длиной, равной стабилизирующей, т.е. $L = LCT$

Эти задачи ставились преимущественно на больших глубинах, при самых разных углах (больших и малых), различных диаметрах и разнообразных геологических условиях на месторождениях Восточного и Центрального Казахстана.

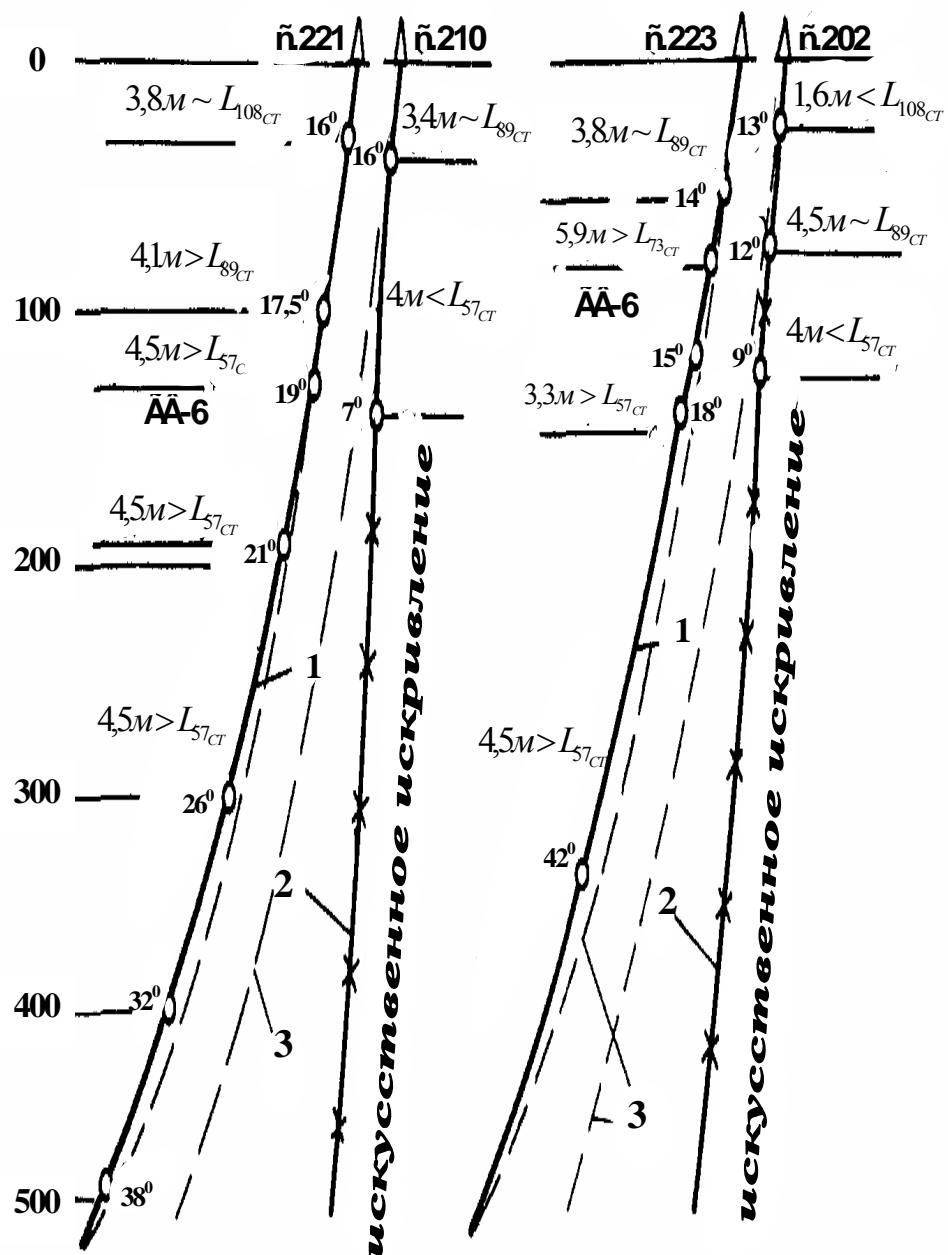


Рис. 1. Трассы скважин, пройденных по детерминированной (бесклиновой) - технологии (1) и с применением отклонителей (2) на месторождении «Старый Атабай», 3 – проектная трасса

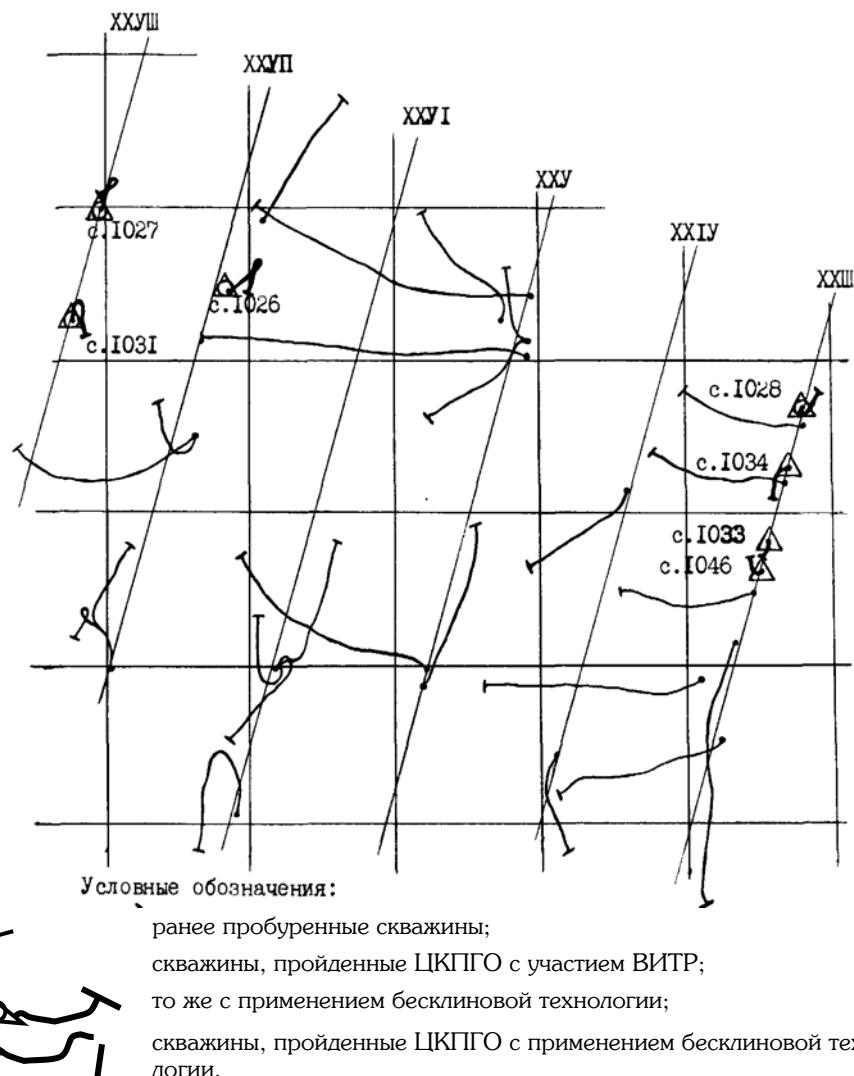


Рис. 2. Месторождение Западный Каражал

На месторождении Верхнее Кайракты (Центральный Казахстан) при бурении скв. 616а на протяжении 100 м с глубины 150–250 м был выдержан стablyно зенитный угол $\theta = 40$. Компоновка при этом состояла из гидроударника ГВ-5 с СБТ-50/42 и колонкового набора $L = LCT1 = 37$ м.

Месторождение «Западный Каражал» (Центральный Казахстан) (рис. 2)

приурочено к северному крылу Джалильминской синклинали и характеризуется сложно-складчатой структурой и крутым, вплоть до вертикального, залеганием пород. Угол падения пород колеблется 0–900 и в среднем составляет 40–500. Геологическое строение месторождения характеризуется сложным взаимодействием пород терригенно-обломочной и вулканогенно-осадочной

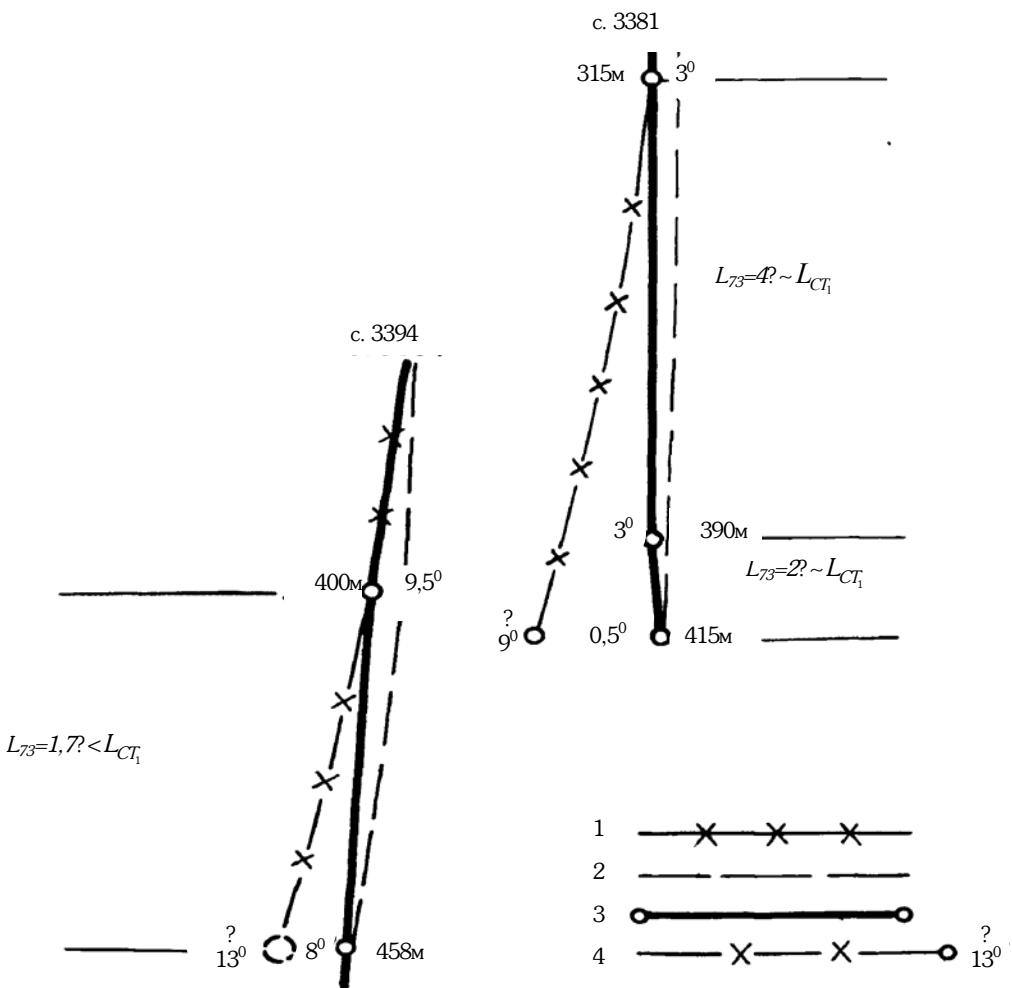


Рис. 3. Схема выведения отклонившейся (1) трассы на проектную (2) методом выкручивания по бесклиновой технологии на месторождении «Восточный Жайрем» (3 — участок выведения, 4 — предполагаемая трасса с ожидаемым зенитным углом по старой технологии)

фации с породами карбонатной фации. Рудное тело представляет собой сложную пластовую залежь, в строение которой принимают участие три пластика магнетитовых руд и восемь пластов яшм. Разрез месторождения представлен перемежающимися слоями песчаников и аргиллитов, кремнистыми известняками, углисто-карбонатными породами нижнего карбона и верхнего девона, прорезанными

интрузиями диоритовых порфириров. С применением колонкового набора $L = LCT_1$ пробурены скважина 1026 (в интервале 525–581 м, зенитный угол $\theta = 5^\circ$, гидроударная машина Г-7); скважина 1027 (185–203 м, зенитный угол $\theta = 925^\circ$; в интервале 330–370 м, угол $\theta = 2-25^\circ$) тоже Г-7; скважина 1028 в интервале 125–285 м, угол $\theta = 5^\circ$, Г-7 с твердосплавной коронкой, в интервале 285–426 м,

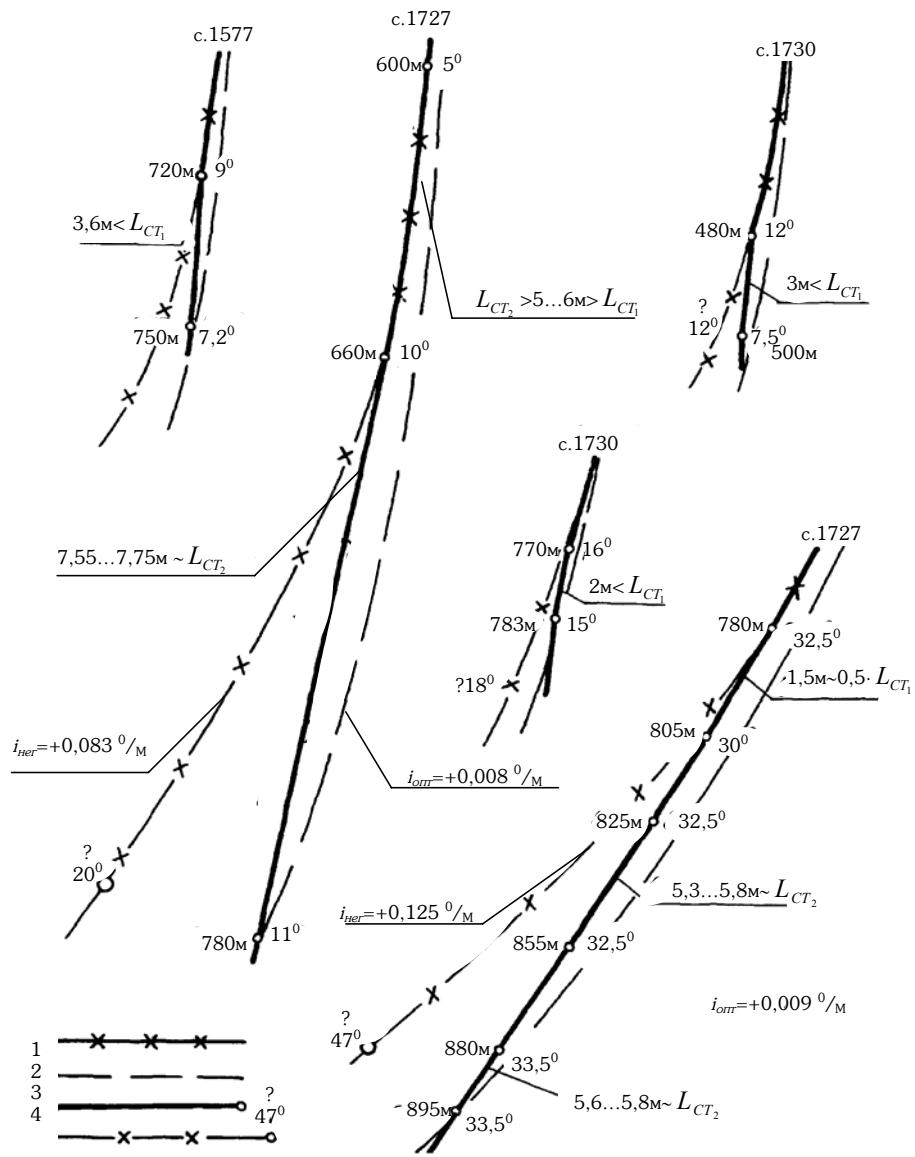


Рис. 4. Схема выведения отклонившейся (1) трассы на проектную (2) методами выкручивания и стабилизации по бесклиновой технологии на Новолениногорском месторождении (3 — участок выведения, 4 — предполагаемая трасса с ожидаемым зенитным углом по старой технологии)

угол
 $\theta = 5 \dots 65^{\circ}$ Г-7 и ГВ-5 с алмазной коронкой (рис. 2), во всех случаях достигнута нулевая интенсивность зенитного искривления.

Выкручивание скважин с применением колонкового набора $L < LCT_1$

Выкручивание — это уменьшение зенитного угла, — почти всегда свя-

зано с преодолением естественного «выполаживания» и необходимостью «возврата» отклонившейся трассы.

По данной методике выкручивание скважины производится применением колонкового набора, длиной, меньше стабилизирующей, но больше половины последней $05 L_{CT_1} < L < L_{CT_1}$.

Этот метод всегда является предметом споров и дискуссий, т.к. в его основе — применение относительно «короткого» колонкового набора, особенно, для бурильных колонн СБТ, ССК и ТБС-71, за исключением утяжелённых бурильных труб УБТ-73 и УБТ-57. Бурение «короткими» колонковыми трубами, как известно, традиционно вызывало только «выполнаживание» скважин [23, 4], хотя с уверенностью можно сказать, что оно было правомерно лишь применительно к дробовому способу.

Необходимо, однако, убедиться, что относительно короткие наборы действительно дают выкручивание, причем, что особенно важно, — скважин с положительным вектором анизотропии [5]. На стадии экспериментов это не так просто было сделать, т.к. укорочение рейса вызывало снижение производительности.

По данной методике в интервалах 390...415 м с. 338 1 и 400–458 м с. 339 4 на месторождении

«Восточный Жайрем» (Центральный Казахстан) (рис. 3), 780–805 м с. 172 7а на «Новолениногорском месторождении» (Рудный Алтай) (рис. 4) выкручивание скважин проведено колонковыми наборами, разными по длине, но адекватными половине стабилизирующей длины.

В интервалах 720–750 м с. 157 7, 480–500 м и 770–783 м с. 173 0 (рис. 4) выкручивание скважин достигнуто благодаря использованию колонковых наборов, длиной, меньшей стабилизирующей, но большей ее половины. Как видим, во всех случаях метод выкручивания связан с применением сравнительно коротких (15–3 м) колонковых наборов.

Благодаря надёжности плавного отклонения, данный метод, с одной стороны, привлекает своей простотой, с другой — он проигрывает в скорости — укороченные рейсы, продолжительность цикла отклонения или коррекции угла на участке как минимум 15...20 метров и т.д. Поэтому данный метод с использованием колонн, как указывалось выше типа СБТ (не имея для этих целей УБТ в составе КНБК), рекомендуется применять как крайнюю меру и то лишь в исключительных случаях, когда все остальные средства исчерпаны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Музапаров М.Ж. Определение длины полуволны бурильной колонны в наклонно направленной скважине (методическое руководство) — Алматы, КазНТУ, 1998, с. 24.
2. Новитченко В.И. К вопросу об искривлении скважин // Разведка недр, 1935. № 13. С. 33—35.
3. Сулакшин С.С. Закономерности искривления и направленное бурение геоло-
- горазведочных скважин. — М.: Недра, 1966. 293 с.
4. Сулакшин С.С., Калинин А.Г., Спирidonов В.И. Техника и технология направленного бурения скважин. — М.: Недра, 1967.
5. Морозов Ю.Т. Методика и техника направленного бурения на твёрдые полезные ископаемые. — Л.: Недра, 1987. 221 с. ГИАБ

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Заурбеков С.А. — кандидат наук, доцент кафедры «Машины и оборудование нефтяной промышленности» Казахского национального технического университета им. К.И. Сатпаева.