

**ПОТЕРИ УГЛЕВОДОРОДОВ
НА ГРЯЗЕВЫХ ВУЛКАНАХ КЕРЧЕНСКОГО
ПОЛУОСТРОВА
(ЗА ВСЕ ВРЕМЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВУЛКАНОВ)**

Керченские грязевые вулканы существуют с начала среднего миоцена, т. е. уже около 15—20 млн. лет. Столь продолжительная активность вулканов не могла, конечно, не привести к большой утечке углеводородов из недр полуострова, что, казалось, должно было отрицательно повлиять на формирование и сохранение их залежей. Однако этому противоречит сам факт наличия не только деятельных вулканов, но и залежей с аномально высокими давлениями (АВПД). Такие залежи обнаружены на Борзовском (в среднем миоцене), Владиславовском (в олигоцене, скв. 18) и на Мошкаревском (в среднем мелу, скв. 111) поднятиях. Признаки АВПД наблюдались при бурении на многих других структурах в пластичном и жестком комплексах осадков. Возникает ситуация, которая, вероятно, характерна для всех территорий развития грязевых вулканов: с одной стороны, очевидны большие расходы углеводородов через жерла вулканов, с другой, по-видимому, доказано размещение вулканов в зонах углеводородных скоплений под АВПД [3, 7, 8 и др.].

В связи с изложенным интересно было бы знать величину утечки углеводородов из недр полуострова за весь период активности вулканов.

Геологическая литература, посвященная определению потерь на вулканах, совершенно неизвестна. В 1940 г. С. А. Ковалевский [9], по всей вероятности впервые, попытался оценить возможные расходы газа при современных извержениях

грязевого вулкана Лок-Батан. При этом он исходил из дебита грифонного газа на вулкане Дышгил ($25000 \text{ м}^3/\text{сутки}$), произвольно выбранного в качестве основы для расчета. Полученные значения расходов составили от 27,5 до 165 млн. м^3 .

Н. А. Кудрявцев [10] для тех же целей сопоставлял данные по извержениям грязевых вулканов и открытым газовым фонтанам на скважинах. Дебит вулкана исчисляется как произведение дебита скважины на квадраты соотношений диаметров и давлений на вулкане и скважине. Полученные числа составляют от 2 до 20 млрд. м^3 газа в час. Количество извержений на отдельных вулканах равно, по Кудрявцеву, тысячам и даже десяткам тысяч.

Г. П. Тамразян [6] для подсчета количества газа, выделяющегося при огненных извержениях, предложил следующий способ:

$$Q_{\Gamma} = \frac{\pi d^2}{4} \cdot h \cdot \frac{T}{t},$$

где Q_{Γ} — расход газа на вулкане; d и h — диаметр и высота столба пламени; T — время горения факела; t — время, за которое клуб огня, образовавшийся в нижней части струи, достигнет ее верха.

Расходы газа, вычисленные Ф. Г. Дадашевым [6] по этому методу, для ряда азербайджанских вулканов составляют от десятков до сотен и даже миллиардов кубических метров, а в среднем 250 млн. м^3 за одно извержение. Пользуясь этим средним значением дебита, Ф. Г. Дадашев попробовал оценить потери газа в Азербайджане за весь послепонтический век деятельности вулканов. Расчет велся двумя способами.

1. Так как за последние 150 лет одно извержение приходилось на каждые два-три года, то среднегодовой темп расхода углеводородов на вулканах будет в два-три раза меньше их среднего дебита. Считая этот темп неизменным для всего послепонтического века получим, умножив на длительность века в годах, $87-100 \cdot 10^{13} \text{ м}^3$.

2. По размерам конусов Кянизадага, Ташмардана и Кейреки, сформировавшимся в четвертичный период, и среднему объему брекчии, выносимой вулканами за одно извержение, определяется количество извержений, равное соответственно 7000, 1200 и 650. Затем, определив среднее количество извержений на вулкане и зная общее их число в Азербайджане, средний дебит газа и длительность четвертичного и послепонтического времени, нетрудно подсчитать потери углеводородов

за послепонтический период активности вулканов. Величина этих потерь получается равной $22 \cdot 10^{13} - 28 \cdot 10^{14} \text{ м}^3$.

Помимо расходов газа в периоды извержений Ф. Г. Дадашев учитывал и потери спокойно выделявшегося (грифонного) газа в межэксплозионные периоды, умножая современный дебит грифонов на абсолютную длительность послепонтического времени. Величина такого вида потерь оказалась на один порядок меньшей, чем при извержениях.

Полученную величину потерь газа в период послепонтического времени Ф. Г. Дадашев считает несколько завышенной, так как принятое для расчета число грязевых вулканов, равное 200, максимально, а повторяемость извержений в каждые два-три года завышена. Однако известно, что ход геологической истории извержений и, следовательно, темпы потерь углеводородов очень неравномерны. Поэтому нужно еще доказать, является ли современный темп расхода газов средним для рассчитываемого отрезка времени, как это принято Ф. Г. Дадашевым. Аналогичное положение возникает с определением среднего количества извержений на одном вулкане и среднего количества вулканов при втором способе расчета газовых потерь. В обоих случаях возможно большое отклонение получаемой величины от истинного расхода, причем неизвестно даже, в какую сторону это отклонение направлено.

Отметим также, что Ф. Г. Дадашевым рассчитаны потери углеводородов только за послепонтическое время. Азербайджанские же вулканы возникли в майкопе и к началу понта уже прошли две интенсивные вспышки активности, приуроченные к чокракскому и сарматскому векам [6 и др.]. Таким образом, полученные величины потерь характеризуют лишь часть фактической утечки углеводородов за все время существования вулканов.

Извержение грязевого вулкана, как известно, вызывается мощным прорывом газовой струи сквозь толщу покрывающих пород, обломки которых она выбрасывает наружу, освобождая себе путь к поверхности. После извержения на месте остаются только эти обломки, но часть их, как правило, размывается и уносится прочь, часть остается, фиксируется в разрезе и так, в виде сопочной брекчии, сохраняется для последующих наблюдений. С течением времени в районах грязевых вулканов накапливаются большие массы погребенной сопочной брекчии, являющиеся единственным свидетельством прошлых событий, их масштабов, интенсивности и пр.

Для определения потерь углеводов на грязевых вулканах Керченского п-ва можно воспользоваться следующим путем: 1) определить запасы сопочной брекчии, выброшенной на поверхность за весь период активности вулканов, 2) рассчитать по объему сопочной брекчии потери углеводов.

Однако и по характеру залегания и из-за недостатка данных учитывать запасы сопочной брекчии очень трудно. На Керченском п-ве эта задача облегчается наличием закартированных и частично разбуренных вдавленных синклиналей (рис. 1),

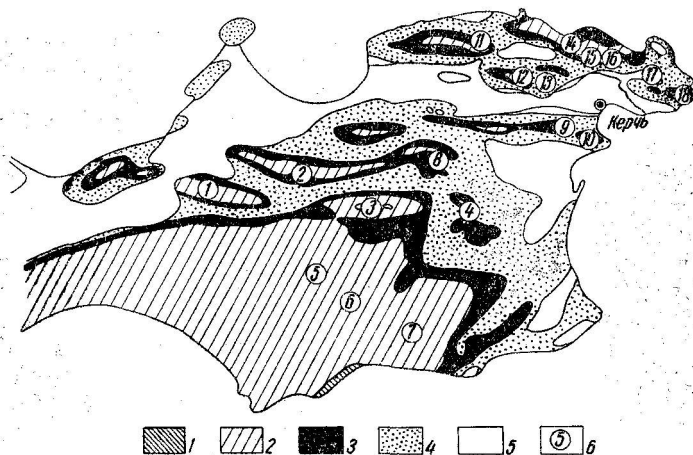


Рис. 1. Схема расположения вдавленных синклиналей Керченского п-ва:

1 — мел-палеогеновые отложения; 2 — олигоцен-нижнемиоценовые (майкопские) отложения; 3 — среднемиоценовые отложения; 4 — верхнемиоценовые отложения; 5 — плиоценовые и четвертичные отложения; 6 — вдавленные синклинали (цифры на схеме): 1 — Семикогодзая, 2 — Слюсаревская, 3 — Новошепетевская, 4 — Сокольская, 5 — Вулкановская, 6 — Борухобинская, 7 — Узунларская, 8 — Алексеевская, 9 — Восходовская, 10 — Солдатская, 11 — Караларская, 12 — Бурашская, 13 — Бабчикская, 14 — Тарханская, 15 — Булганакская, 16 — Булганакская-Восточная, 17 — Глазовская, 18 — Маякская.

существование которых, как доказано [2, 11 и др.], есть прямое следствие выноса брекчии на поверхность. Как отмечает Г. А. Лычагин [11], «положение земной поверхности при этом процессе остается, в общем, неизменным, так как наращивание ее за счет излившейся грязи компенсируется прогибанием». Таким образом, по величине прогибания или объему вдавленной синклинали можно судить о количестве извергнутой брекчии в те-

чении всего предшествующего периода жизни вулкана. Но полное соответствие между объемом сопочной брекчии и объемом синклинали может быть лишь в том случае, когда на ее размеры не оказывали влияния тектонические силы или силы течения материала в диапировых ядрах керченских структур.

Судя по имеющимся данным, тектонические подвижки не оказали заметного влияния на размеры вдавленностей. Это можно заключить из того, что форма вдавленных синклиналей, преимущественно круглая, никак не характерна для сильно вытянутых складок Керченского п-ва. Кроме того, кольцевые сбросы, возникающие при формировании глубоких вдавленностей и имеющие форму почти окружности (Малобочникский, Сокольский и др.), сохраняют ее и теперь.

Несомненно все же влияние на размеры вдавленностей такого фактора, как подток материала с боков к центру складки, существующий в условиях развивающегося диапира. Если на таких диапировых структурах, какими являются керченские антиклинали, происходит вынос сопочной брекчии, то полной компенсации выноса прогибанием быть не может и поэтому размеры вдавленности в этих условиях должны оказаться меньшими.

Кроме отмеченных факторов, на конечные размеры вдавленностей большое влияние оказал размыв, которым в той или иной мере они затронуты все. Иногда разрушение было настолько значительным, что от некоторых вдавленных синклиналей (Владиславовской, части Семиколодязных, Новошепетеевских и др.) остались лишь небольшие останцы. Наконец, какое-то число синклиналей, видимо, размыто полностью или замаскировано последующими наслоениями и еще не обнаружено, так как бурение в достаточном размере проводилось не на всех структурах.

Таким образом, рассчитывая объем выброшенной вулканами брекчии по объему вдавленных синклиналей, мы получим величину гораздо меньшую, чем она должна быть на самом деле.

При расчете размеров вдавленных синклиналей во всех случаях начальное положение прогибающегося пласта принималось за горизонтальное, хотя оно не было таковым: к началу возникновения вулканов и, следовательно, к началу формирования вдавленностей складки уже существовали. Поэтому фактическая величина прогибания была больше расчетной. Иногда, главным образом для небольших синклиналей, не была известна общая мощность слагающих отложений. В этом случае за мощность принималась треть диаметра вдавленности, исходя из примерно

какого же соотношения по более или менее достаточно изученным Семиколодызной, Бабчикской, Слюсаревской и другим вдавленностям (рис. 2). Форма, характерная для этих вдавленностей, считалась такой же и для других, а объем вычислялся по формуле объема шарового сегмента.

Проведенные таким образом вычисления для вдавленностей, расположенных на 16 структурах, дали следующие результаты (млрд. м³):

Семиколодызная	0,78
Слюсаревская	1,71
Новошепетеевская	0,45
Сокольская	1,48
Вулкановская	0,03
Борухобинская	0,06
Узунларская	0,08
Алексеевская	0,53
Восходовская	0,13
Солдатская	0,16
Караларская	0,13
Бурашская	0,35
Бабчикская	1,80
Тарханская	2,60
Булганакская	1,25
Булганакская-Восточная	0,14
Глазовская	1,73
Маякская	1,65

Общий объем всех вдавленных синклиналей составляет 15,1 млрд. м³. Это означает, учитывая сказанное ранее, что по меньшей мере такой же объем сопочной брекчии был извергнут вулканами Керченского п-ва за все время их существования.

Для определения расхода газа по количеству сопочной брекчии можно подсчитать соотношение между ними при современных извержениях керченских грязевых вулканов. Но вычислить дебиты на вулканах приведенными ранее способами (Кудрявцева и Тамразяна) нельзя, так как отсутствуют соответствующие данные. Наиболее подходящим к нашему случаю кажется нам метод Б. С. Гриненко [5], предложенный для определения дебита аварийного фонтана на одной из скважин. В процессе работы этой скважины вокруг нее была выброшена порода и образована воронка, что позволяет определить необходимую для этого мощность газовой струи. Задавшись некоторым коэффициентом полезного действия струи, получим истинную ее мощность. Пользуясь формулами газовой динамики, можно вычисли-

тать энергию единицы веса газа в условиях свободного фонтанирования. Тогда расход газа определится из отношения мощности струи к мощности единицы веса газа. Но поскольку в формулу для вычисления мощности единицы веса газа входит неизвестная величина — давление на устье, приходится задаваться значениями таких давлений и строить график зависимости расхода от давления в выходном сечении. Расход газа определяется из условия соответствия его пропускной способности ствола скважины при определенном давлении на устье. Снова строится график, определяющий зависимость пропускной способности ствола от ряда ранее выбранных (для первого графика) значений давления на устье. Пересечение кривых с предыдущими даст точку, в которой расход газа будет соответствовать пропускной способности скважины. Полученное значение расхода отвечает необходимым условиям и является искомым.

Найденная величина впоследствии была подтверждена данными испытания других скважин, пробуренных на структуре.

Разница между рассмотренным случаем фонтанирования скважины и извержением вулкана заключается в условиях работы струи, что может повлечь за собой разные коэффициенты полезного действия газового потока.

Процесс извержения грязевого вулкана протекает, очевидно, в несколько этапов. Сначала газовая струя, прорываясь на поверхность, взламывает, раздвигает и частично выбрасывает встречные породы, затем расширяет возникший канал до размеров соответствующих мощности струи и стойкости разреза. Наконец, после того, как это соответствие установится, новой брекчии не образуется, а происходит перемешивание и подбрасывание старой, ранее образованной грязи.

В первый этап извержения газовая струя движется по узкому каналу, работа ее в это время напоминает работу газов при выстреле, к. п. д. которого составляет 20—30%. В случае вулкана, газовой струе приходится преодолевать большое сопротивление разрываемых пород, в это время иногда возникают расколы и поднятия довольно значительных участков поверхности земли. Поэтому к. п. д. струи должен быть намного ниже — порядка 5—7%.

По мере расширения канала характер действия струи изменяется и становится похожим на действие эжектора, к. п. д. которого невелик и равен 10—15%. В отличие от работы эжектора газовой струе на вулкане приходится не просто переносить

брекцию на поверхность, а предварительно раздробить породу, оторвать ее от стенок канала. Следовательно, к. п. д. струи в этот период работы вулкана невелик. В нашем случае можно принять его равным 2—3%.

В последний этап извержения, когда новой брекчии не образуется, к. п. д. струи по переносу сопочной брекчии на поверхность близок к нулю. Таким образом, к. п. д. струи с течением извержения падает.

Процесс извержения, по всей вероятности, может остановиться на любом из отмеченных этапов. Судя по описаниям, в основном преобладают извержения длительностью в несколько десятков минут, реже в несколько часов. Скоротечные извержения, длительностью в несколько минут, например извержение Боздага Кобийского в 1902 г. [9], редки. Учитывая, что первый этап извержения завершается скорее всего очень быстро, можно считать, что извержения чаще кончаются на втором-третьем этапе. Дополнительно отметим, что извержения нередко протекают импульсивно и оканчиваются постепенно. Во время ослабления действия вулкана газовая струя, ранее расширявшая канал, уже не образует новых порций брекчий. В этот период возможно даже частичное возвращение брекчии вниз по каналу пока новый более мощный импульс не выбросит ее на поверхность. Учитывая сказанное, можно принять к. п. д. струи в течение всего извержения равным в среднем 3%.

Для того чтобы воспользоваться методом В. С. Гриненко, необходимо, помимо к. п. д., оценить среднюю глубину, с которой происходит вынос сопочной брекчии, и диаметр вулканического жерла.

Максимальную глубину, откуда выносятся брекчия, нетрудно определить по возрасту обломков, входящих в ее состав. Тогда среднюю глубину можно принять равной половине максимальной. Но так как основное количество материала для образования сопочной брекчии дают пластичные глинистые толщи [1, 13], то фактическая средняя глубина, откуда поступает сопочная брекчия, зависит от положения этих толщ в разрезе.

Как известно, основная часть канала керченских грязевых вулканов проходит по однообразным, почти немым, пластичным глинам майкопа, мощностью 3000 м. Таким образом, в нашем случае вся толща оказывается пластичной. Если в такой толще пород возникает канал, то пластичное течение материала, очевидно, будет интенсивнее в нижней его части. Поэтому средняя глубина выноса брекчии, исчисляемая как половина макси-

мальной, на самом деле будет величиной заниженной. Поскольку эту величину учесть в данном случае невозможно, то для расчетов нами принята средняя глубина, откуда поступает сопочная брекчия, равной 1500 м — половине мощности майкопской толщи.

Отметим еще, что с течением геологического времени на Керченском п-ве приведенная величина могла в основном только увеличиваться вследствие новых наслоений.

Расчет диаметра грязевулканического канала проводился исходя из глубины канала (3000 м) и объема выброшенных пород. Полученная при этом величина является, вероятно, минимальной, так как выбрасываемая брекчия должно быть заполняет канал не сплошь, особенно при частых извержениях, а предполагать образование каверн в условиях пластического течения материала невозможно. Если бы все же рассчитанная таким способом величина диаметра оказалась больше фактической, то это не привело бы к существенной ошибке.

На Керченском п-ве известны современные извержения только на двух вулканах — Джау-Тепе и Джарджаве. Для расчета величины расхода на этих вулканах нами были взяты извержения Джау-Тепе в 1914 г. и Джарджавы в 1930 г. Необходимые материалы по этим извержениям приведены у Н. Н. Клепинина [4], В. В. Седелщикова и Г. К. Кульгавова [12] и Л. Сиверса [4]. Подсчитанное значение дебита газов на вулкане Джау-Тепе оказалось равным $88,2 \cdot 10^6 \text{ м}^3$ за одно извержение, а соотношение между объемом выделившегося газа и объемом брекчии — 1760. Для Джарджавы соответствующие величины равны $66,2 \cdot 10^6 \text{ м}^3$ и 1650. Поскольку большинство грязевых вулканов Керченского п-ва находится в геологических условиях, близких к тем, что существуют на Джарджаве, то для дальнейшего расчета углеводородных потерь нами принята величина 1650. Тогда расход газа за все время существования керченских вулканов составит $25 \cdot 10^{12} \text{ м}^3$.

Полученную величину газовых потерь следует считать минимальной, так как при расчете учтена явно не вся сопочная брекчия, извергнутая грязевыми вулканами. Кроме того, в потери не включен грифонный газ, современные расходы которого, по нашим замерам, составляют около 70 тыс. $\text{м}^3/\text{год}$.

В начале статьи отмечалось, что через жерла грязевых вулканов на Керченском п-ве, очевидно, произошли большие потери углеводородов. Теперь мы знаем примерную величину этих потерь: она составляет около половины прогнозных запасов газа

ации и являются грязевые вулканы. учитывая сказанное, можно надеяться на выявление в пределах Керченского п-ва значи-

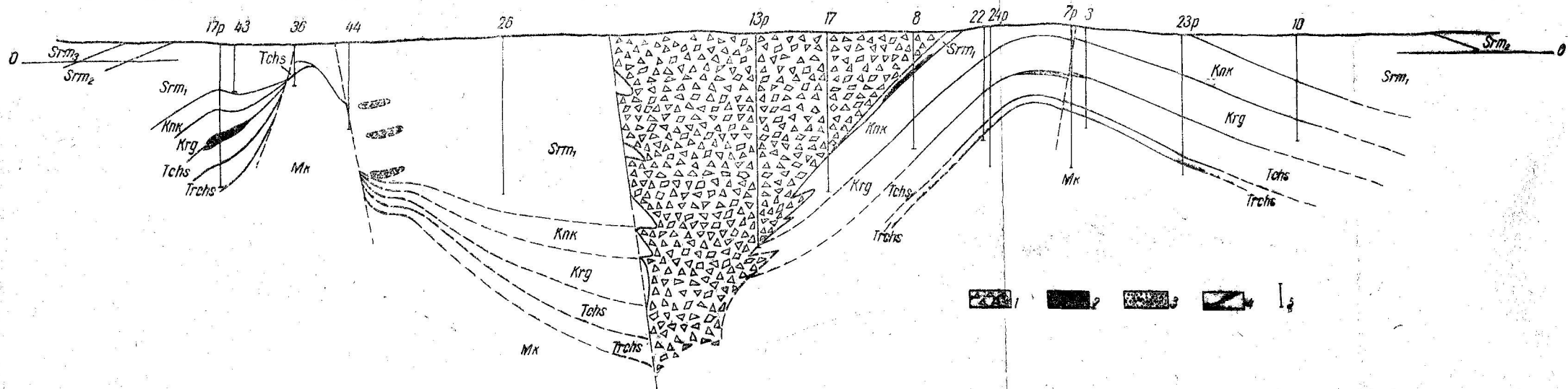


Рис. 2. Разрез Бабчикской вдавленной синклинали (построен по материалам треста «Крымнефтегазразведка»):
1 — ископаемая сопочная брекчия; 2 — залежи нефти; 3 — залежь газа; 4 — тектонические нарушения; 5 — скважины.

ю СССР. Это свидетельствует о больших масштабах процессов миграции и аккумуляции залежей углеводородов на полуострове, растянутых на длительный отрезок времени. Не прекратившаяся до сих пор активность грязевых вулканов указывает на то, что эти процессы, протекают, вероятно, и в настоящее время. Выражением большого размаха и длительности процесса миграции и являются грязевые вулканы. Учитывая сказанное, можно надеяться на выявление в пределах Керченского п-ва значительных скоплений газа и нефти.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агаларова Д. А. Корни грязевых вулканов Азербайджана. Азнефтеиздат, Баку, 1945.
2. Аляев С. А. — Изв. АН СССР, серия геол., 1947, 6, 97—99.
3. Анিকেев К. А. Аномально высокие пластовые давления в нефтяных и газовых месторождениях, «Недра», Л., 1964.
4. Бондарчук В. Г. Геология Украины. Вид-во АН УРСР, К., 1959.
5. Гриненко Б. С. — Научн. записки Львовск. политехн. ин-та, сб. нефт. ф-та, 1949, вып. 9, 3, 153—158.
6. Дадашев Ф. Г. Углеводородные газы грязевых вулканов Азербайджана. Азернешр, Баку, 1963.
7. Дурмишьян А. Г. — Изв. ВУЗов, нефть и газ, 1961, 129, 21—22.
8. Калинин М. Б. — Труды ВНИГРИ, 1964, 40, 30—64.
9. Ковалевский С. А. Грязевые вулканы южного Прикаспия (Азербайджана и Туркмении). Азгостоптехиздат, Баку, 1940.
10. Кудрявцев Н. А. Глубинные разломы и нефтяные месторождения. Гостоптехиздат, Л., 1963.
11. Лычагин Г. А. — БМОИП, отд. геол., 1952, 27, 4, 3—13.
12. Седельщиков В. В., Кульгавов Г. К. — В кн.: Материалы по ест.-истор. обслед. р-на деят. Доно-Кубано-Терского о-ва, сельск. хоз., вып. 1, Ростов-на-Дону, 1914.
13. Якубов А. А., Путкарзаде А. Л. — Азербайджанское хозяйство, 1950, 9, 1—3.

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР

ГЕОЛОГИЯ
И НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ
ПРИЧЕРНОМОРСКОЙ
ВПАДИНЫ

**РЕСПУБЛИКАНСКИЙ
МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ
СБОРНИК**



КИЕВ — 1967

51113
Г 360

1 2

553
Г 36

Сборник посвящен вопросам геологии и нефтегазоносности Причерноморья и Крыма. Приводятся материалы по тектонике, стратиграфии, гидрогеологии, геохимии и др. Основное внимание обращено на обоснование перспектив нефтегазоносности этой территории.

Расчитан на геологов, занимающихся изучением вопросов региональной и нефтяной геологии.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

чл.-корр. АН УССР *Г. Н. Доленко* (ответственный редактор), канд. геол.-мин. наук *В. В. Глушко* (зам. ответственного редактора), акад. АН УССР *О. С. Вялов*, д-р хим. наук *И. В. Гринберг*, канд. геол.-мин. наук *Д. В. Гуржий*, канд. геол.-мин. наук *В. А. Калужный*, канд. геол.-мин. наук *В. И. Китык*, канд. геол.-мин. наук *И. Ф. Клиточенко*, канд. геол.-мин. наук *В. И. Колтун*, д-р геол.-мин. наук *Н. Р. Ладыженский*, д-р геол.-мин. наук *В. Ф. Линецкий*, акад. АН УССР *В. Б. Порфирьев*, канд. геол.-мин. наук *Е. П. Сливко* (ответственный секретарь), акад. АН УССР *С. И. Субботин*, канд. геол.-мин. наук *М. В. Чирвинская*, чл.-корр. АН УССР *А. З. Широков*

Редактор выпуска

д-р геол.-мин. наук *Н. Р. Ладыженский*

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА
ИМ. ГОРЬКОГО
М Г У

5405-17-67

ЛЬВОВСКАЯ ОБЛАСТНАЯ КНИЖНАЯ ТИПОГРАФИЯ

03 94

2-9-1
99-67M