

АЗƏРБАЙЧАН ССР ƏЛМƏР АКАДЕМИЯСИ
АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

МƏ'РУЗƏЛƏР
ДОКЛАДЫ

ТОМ X

№ 6

1954

АЗƏРБАЙЧАН ССР ƏЛМƏР АКАДЕМИЯСИНЫН НƏШРИЯТЫ
ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР
БАКЫ—БАКУ

АЗЭРБАЙЧАН ССР ЭЛМЛЭР АКАДЕМИЯСЫ
АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

МƏ'РУЗЭЛƏР ДОКЛАДЫ

ТОМ X

№ 6

1954

АЗЭРБАЙЧАН ССР ЭЛМЛЭР АКАДЕМИЯСЫНЫН НƏШРИЯТЫ
ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР
БАКЫ—БАКУ

СОДЕРЖАНИЕ

Энергетика

Ч. М. Джуварлы и Г. В. Вечхайзер—Вольтсекундные характеристики загрязненных изоляторов 391

Теория упругости

Ю. А. Амен-заде—Изгиб круглого призматического бруса с эллиптической полостью 401

Нефтяное дело

Я. А. Шварц—О моделировании цементировки вертикальной скважины 409

Химия

С. Д. Мехтиев и С. А. Султанов—Превращение изопропилциклогексана на синтетическом алюмосиликате 413

Л. М. Кошелева, А. Р. Мамедова, Б. Ф. Пишиамаззаде, С. З. Рзаева, Г. А. Султанов, А. Х. Халилов и Ш. Э. Эйбатова—О возможности наличия семичленных углеводородов в нефти 421

Геология

М. Г. Агабеков—Характер нефtezалежей в подкирмакинской и калинской свитах в зависимости от направления изменения мощности, тектоники и степени размыва складок 427

Г. П. Тамразян—Геологические революции и космическая жизнь Земли 433

Почвоведение

А. К. Зейналов—Пухлые солончаки Карабахской степи 439

Искусствоведение

А. В. Саламзаде — К изучению стенных росписей Азербайджана XVIII—XIX вв. 445

п 567
п 576
Библиотека Ивгизского
Филиала А.Н. СССР

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ: Алиев М. М., Караев А. И.,
Кашкай М.-А., Мамедалиев Ю. Г. (зам. редактора),
Нагиев М. Ф., Топчибаев М. А. (редактор)

Подписано к печати 19/VI 1954 г. Формат бумаги 70×108 1/16—2 1/4 бум. листа.
Печ. лист. 6,16. Уч.-изд. лист. 5,2. ФГ 65523. Заказ № 182. Тираж 600.

Типография „Красный Восток“ Министерства культуры Азербайджанской ССР
Баку, ул. Ази Асланова, 80.

Ч. М. ДЖУВАРЛЫ и Г. В. ВЕЧХАЙЗЕР
ВОЛЬТСЕКУНДНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
ЗАГРЯЗНЕННЫХ ИЗОЛЯТОРОВ

(Представлено действ. членом АН Азербайджанской ССР И. Г. Есьманом)

В настоящее время, в связи с пуском Мингечаурской ГЭС, начинается усиленное строительство высоковольтных линий передач и подстанций в районах Азербайджана, где интенсивность грозовой деятельности значительна. Поэтому приобретает большое значение защита высоковольтных установок от грозовых перенапряжений. Одной из исходных величин для расчета грозозащиты являются вольтсекундные характеристики высоковольтной изоляции. Вольтсекундные характеристики чистой изоляции приводятся в литературе. Однако для Азербайджана характерно интенсивное загрязнение изоляции, которое резко изменяет все ее характеристики. В настоящей статье излагаются результаты по снятию вольтсекундных характеристик загрязненной высоковольтной изоляции.

1. Методика снятия вольтсекундных характеристик

Вольтсекундные характеристики снимались на импульсном генераторе с номинальным напряжением 810 кВ и емкостью в ударе 16 700 мкмкф.

Разряд на объекте осциллографировался с помощью двухлучевого отпаянного осциллографа с горячим катодом. Методика отсчета времени принята такой же, как описано в [1].

Напряжение отсчитывалось по градуировочной кривой импульсного генератора $U_{имп} = f(U_2)$, где U_2 —первичное напряжение трансформатора зарядного устройства.

Градуировочная кривая снималась с помощью шарового разрядника (диаметр 50 см) и в процессе экспериментов неоднократно проверялась. Изменений в ней практически не наблюдалось. Пользование градуировочной кривой обеспечивало такую же точность, как и измерение напряжения непосредственно на осциллограммах, ввиду того, что все точки вольтсекундных характеристик были получены при разрядах на хвосте волны или на максимуме ее. Это позволило напряжению, даваемое генератором, считать за разрядное напряжение изоляторов. В целях сохранения постоянства зависимости $U_{имп} = f(U_2)$ разряды давались через 30 сек. друг за другом, когда процесс заряда

генератора полностью заканчивался; питающий трансформатор был включен через стабилизатор напряжения, а первичное напряжение все время контролировалось точным вольтметром.

При имевших место больших разбросах предразрядных времен при заданном напряжении для загрязненной и увлажненной изоляции, как это будет показано ниже, получающаяся точность в измерении напряжения вполне удовлетворительна.

Предварительные эксперименты над загрязненной и увлажненной гирляндой изоляторов показали, что предразрядное время и минимальное импульсное напряжение в сильной мере зависят от степени увлажнения поверхности изоляторов. При сильном увлажнении всей

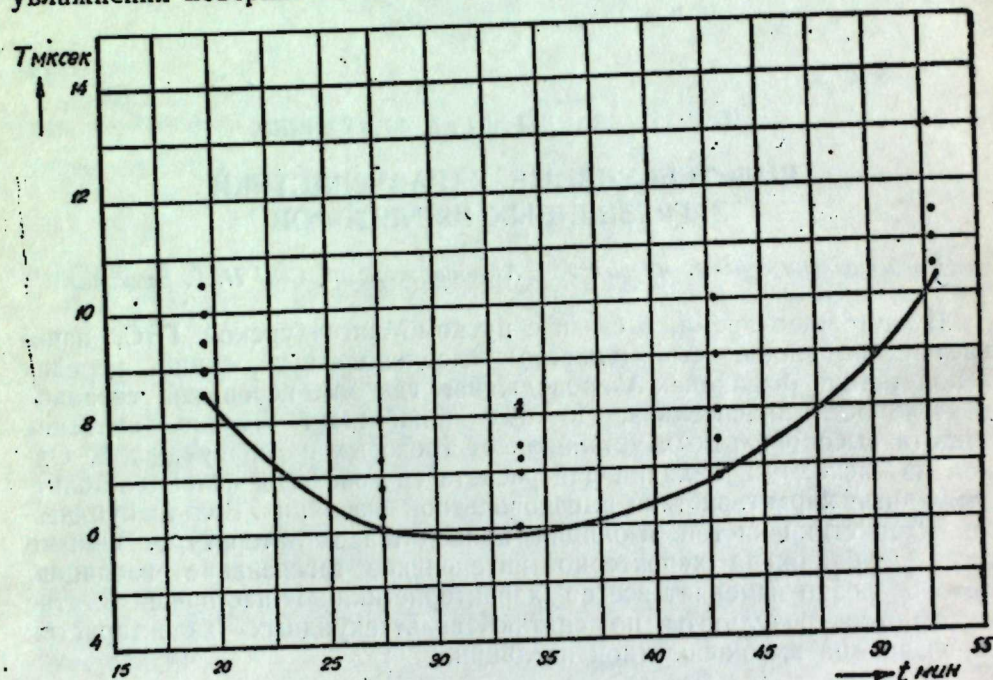


Рис. 1

Предразрядные времена загрязненной гирлянды изоляторов 3×П-4,5 в увлажненном состоянии в различное время после начала увлажнения при $U_{\text{имп}}=313 \text{ кВ}$, $\sigma=0,5 \text{ мг/см}^2$; $\gamma=5000 \text{ мксим/см}$

поверхности, соответствующем началу стекания загрязнения с изолятора, минимальное импульсное напряжение и предразрядное время значительно увеличиваются. Затем, по мере подсыхания поверхности, они уменьшаются до определенной величины, а затем вновь начинается рост предразрядного времени и минимального импульсного напряжения. Сказанное иллюстрируется рис. 1, на котором по оси абсцисс отложено время после увлажнения, приблизительно отражающее степень увлажнения поверхности, а по оси ординат—предразрядное время. Точки рисунка получены при одном и том же напряжении генератора.

Так как для координации вольтсекундных характеристик изоляции и защитных устройств наибольший интерес, очевидно, должны представлять самые низколежащие вольтсекундные характеристики, нами снимались вольтсекундные характеристики, соответствующие увлажнению, которое дает минимальные предразрядные времена при данном напряжении.

Вольтсекундные характеристики загрязненной и увлажненной изоляции снимались и В. К. Кожуховым [2], однако автором не учитывалось влияние степени влажности, как это сделано в настоящей работе. Вольтсекундные характеристики снимались для максимального увлажнения и поэтому дают значения напряжений более высокие, чем возможно в действительности.

Предразрядное время снималось при напряжениях, увеличивающихся от минимального импульсного ступенями по 10—15 кВ. Перед каждым новым значением напряжения гирлянда увлажнялась, и осциллограммы снимались в течение 25—30 мин. через каждые 3—4 мин.

Вольтсекундная характеристика строилась как нижняя огибающая полученных точек.

Испытанию подвергались гирлянды из 3 элементов П-4,5, покрытых пятью различными загрязнениями (плотность загрязнения $\sigma=0,5 \text{ мг/см}^2$ при проводимости загрязнения в 5000, 10000 и 15000 $\frac{\text{мксим}}{\text{см}}$; $\sigma=1,0 \text{ мг/см}^2$ при проводимости в 5000 и 15000 $\frac{\text{мксим}}{\text{см}}$).

О проводимости загрязнения см. [3]. Большие загрязнения не применялись ввиду их маловероятности.

Вольтсекундные характеристики снимались при отрицательной полярности, для которой в основном ведутся все расчеты грозозащиты.

2. Анализ полученных результатов

Наблюдения за разрядом по увлажненной и загрязненной гирлянде показали, что при всех примененных типах и величинах загрязнения и всех увлажнениях разряд происходит по поверхности фарфора изолятора.

Как уже было отмечено, зависимость предразрядного времени от степени увлажнения имеет U-образный характер. Кроме того, при сильных увлажнениях разрядные напряжения имеют большую величину, чем при меньших увлажнениях.

При неравномерном высыхании изоляторов, когда на поверхности их имеются высохшие и увлажненные места, разряд проходит именно по высохшим местам.

Исходя из этих фактов, механизм перекрытия загрязненной гирлянды может быть описан следующим образом.

При сильном увлажнении гирлянды изоляторов на поверхности их образуется сплошная проводящая пленка, вследствие чего приложенное напряжение распределяется по поверхности равномерно. При равномерном распределении напряжения по поверхности, как известно из литературы, требуются гораздо большие напряжения для перекрытия, чем при неравномерном распределении напряжения. Этим и объясняется повышение разрядного напряжения при сильном увлажнении и большое предразрядное время в этом случае. По мере подсыхания поверхности, вследствие неодинаковости увлажнения, равномерность распределения напряжения вдоль поверхности изолятора нарушается и облегчается возникновение разряда. Это ведет к снижению разрядного напряжения и к уменьшению предразрядного времени, если приложенное напряжение больше минимального разрядного напряжения.

При образовании на поверхности изоляторов отдельных высохших мест, сопротивление которых во много раз больше сопротивления увлажненных мест, после подачи импульса большая часть напряжения ложится на эти высохшие места, что вызывает их перекрытие. После перекрытия высохших частей все напряжение ложится на

увлажненные участки, градиенты здесь сильно увеличиваются и происходит дальнейшее перекрытие по этим поверхностям, т. е. полное перекрытие изолятора. При дальнейшем подсушивании изоляторов длина высушенных участков увеличивается, что вызывает увеличение разрядного напряжения и предразрядного времени. В пределе, после полного высыхания изоляторов разрядное напряжение и предразрядное время поднимутся до сухоразрядных значений. При некотором соотношении между высушенной и увлажненной частью будут иметь место минимумы разрядного напряжения и предразрядного времени.

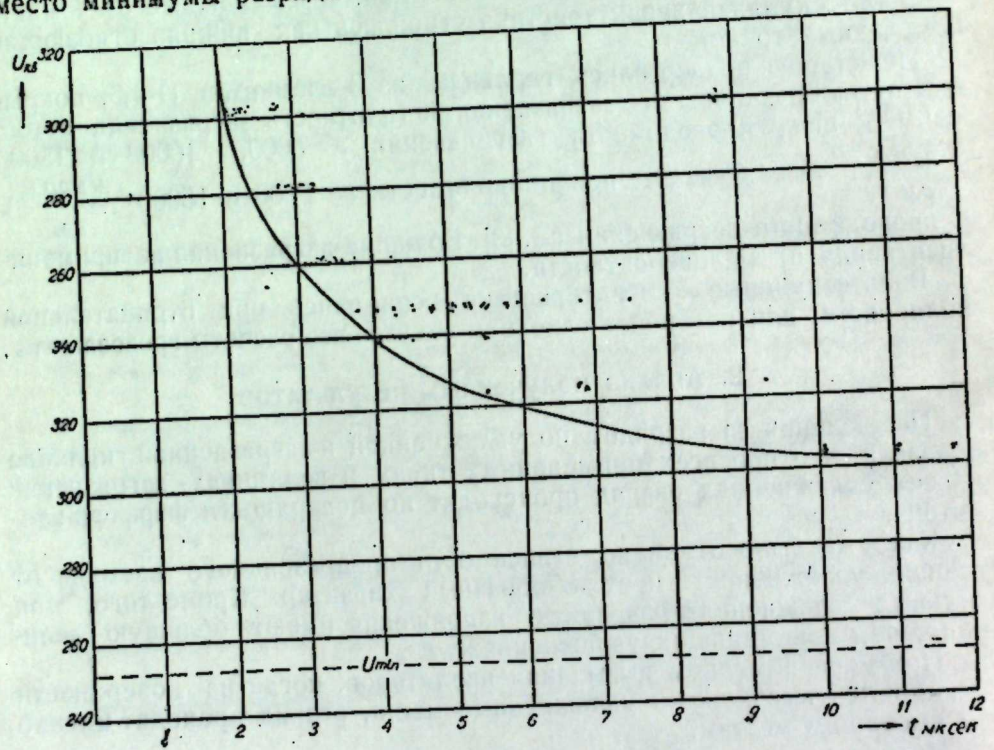


Рис. 2
Вольтсекундная характеристика чистой гирлянды изоляторов 3×П-4,5 в увлажненном состоянии

На рис. 2—7 показаны вольтсекундные характеристики, построенные как нижние огибающие полученных точек для 3-элементной гирлянды подвесных изоляторов типа П-4,5, загрязненных указанными выше видами загрязнений.

Для удобства сравнения, по полученным вольтсекундным характеристикам составлена таблица. В графе 6 этой таблицы приведена усредненная вольтсекундная характеристика, полученная как среднее из цифр четырех предыдущих граф.

Сравнение усредненной характеристики с вольтсекундными характеристиками, соответствующими условиям граф 2, 3, 4, 5, показывает, что отклонения этих характеристик от средней малы (процент отклонения от средней приведен в скобках в соответствующей графе таблицы), и, практически, все эти характеристики могут быть представлены средней вольтсекундной характеристикой (рис. 8).

Правда, вольтсекундные характеристики, соответствующие большим проводимостям загрязнений, лежат несколько ниже средней кривой, а меньшей проводимости — несколько выше.

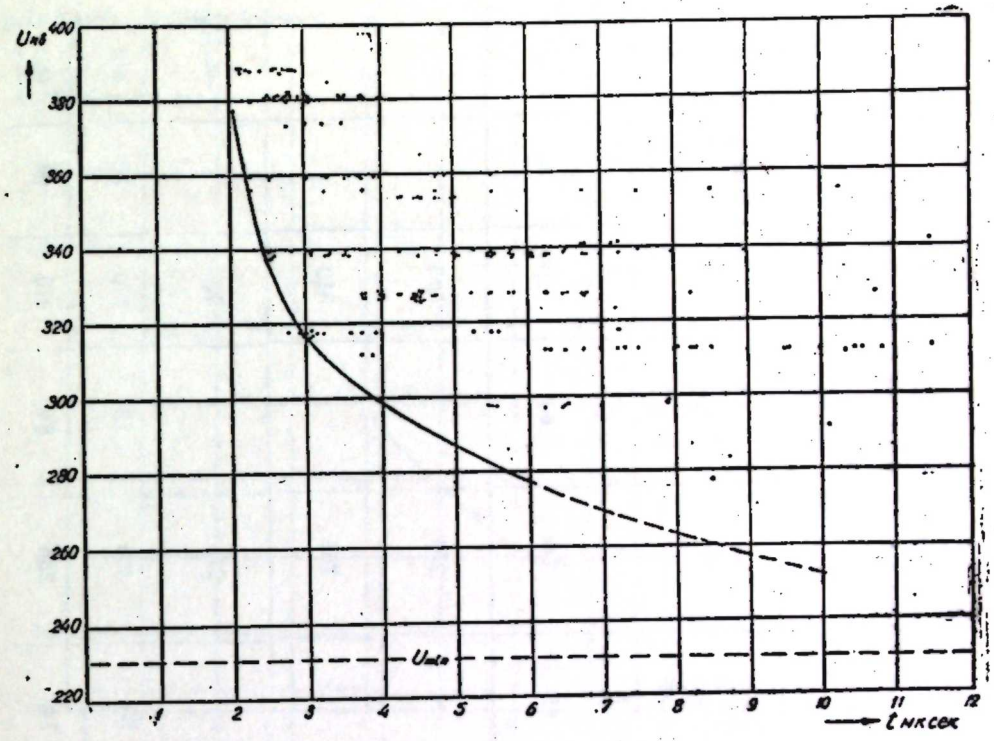


Рис. 3
Вольтсекундная характеристика загрязненной гирлянды изоляторов 3×П-4,5 в увлажненном состоянии; $\sigma=0,5 \text{ мг/см}^2$; $\gamma=5000 \text{ мксим/см}$

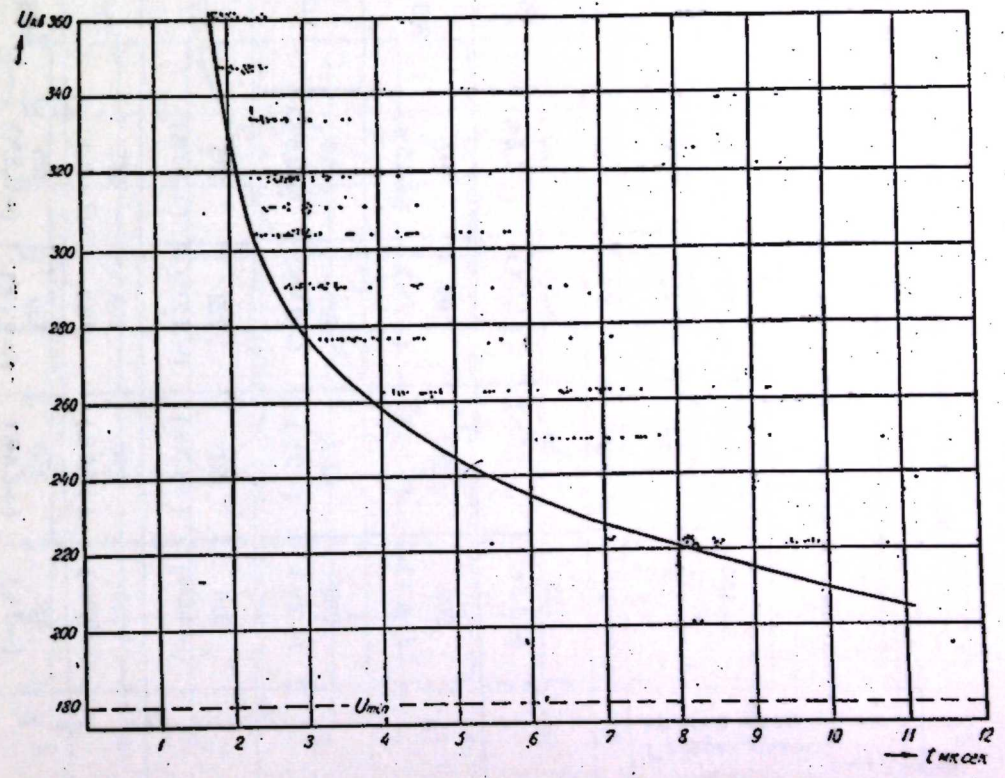


Рис. 4
Вольтсекундная характеристика загрязненной гирлянды 3×П-4,5 в увлажненном состоянии; $\sigma=0,5 \text{ мг/см}^2$; $\gamma=10000 \text{ мксим/см}$

Разрядные напряжения в кв

Предварительное время в мксек	$\sigma = 1,0 \text{ мг/см}^2$				$\sigma = 0,5 \text{ мг/см}^2$				$\sigma = 0,5 \text{ мг/см}^2$ $\gamma = 5000 \frac{\text{мксим}}{\text{см}}$				$\sigma = 0$	
	$\gamma = 15000 \frac{\text{мксим}}{\text{см}}$		$\gamma = 5000 \frac{\text{мксим}}{\text{см}}$		$\gamma = 15000 \frac{\text{мксим}}{\text{см}}$		$\gamma = 10000 \frac{\text{мксим}}{\text{см}}$		% к сухой гирлянде и чистой гирлянде		% к сухой гирлянде и чистой гирлянде		кв	кв
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11				
1	185 (+1,5%)	180 (-1,5%)	185 (+1,5%)	180 (-1,5%)	182	41	230	60	300	80	380			
10	202 (-1%)	202 (-1%)	199 (-2%)	210 (+3,5%)	203		250		305					
8	208 (-2%)	216 (+2%)	206 (-2,8%)	220 (+3,8%)	212		265		310					
6	216 (-4,8%)	238 (+4,8%)	222 (-2,2%)	235 (+3,5%)	227		276		320					
4	245 (-5,5%)	276 (+6,5%)	259 (0%)	257 (1%)	259	63	300	73	340	83	410			
2	335 (-1%)	360 (+6,5%)	330 (-2,4%)	325 (-3,8%)	338	74	385	84	410	90	460			

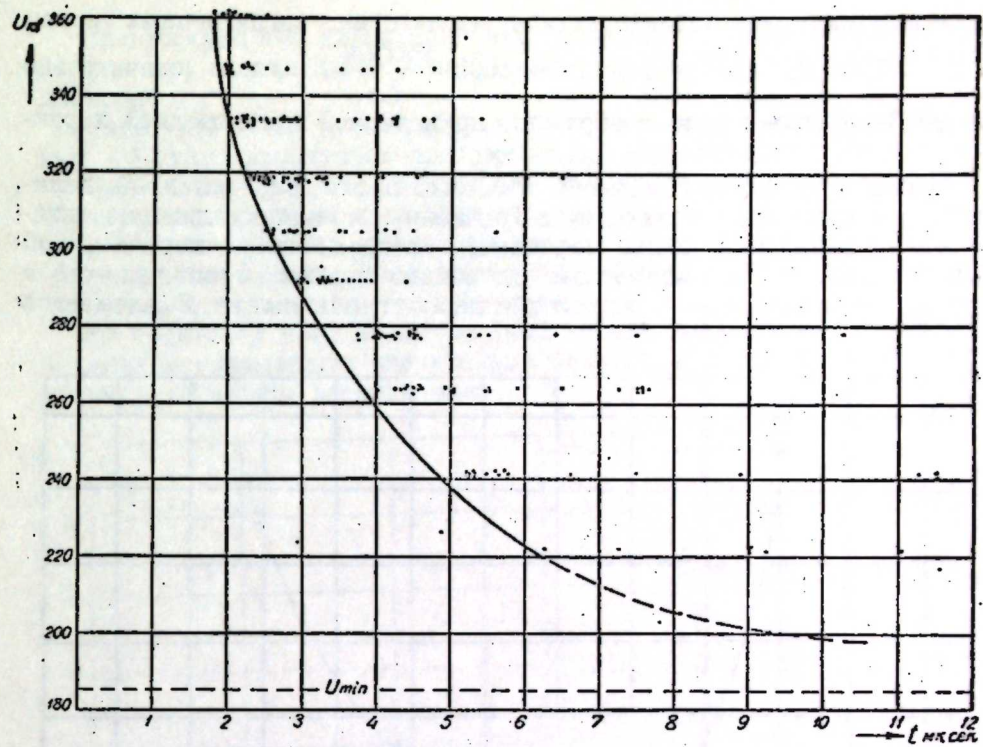


Рис. 5
Вольтсекундная характеристика загрязненной гирлянды изоляторов 3ХП-4,5 в увлажненном состоянии $\sigma = 0,5 \text{ мг/см}^2$; $\gamma = 15000 \text{ мксим/см}$.

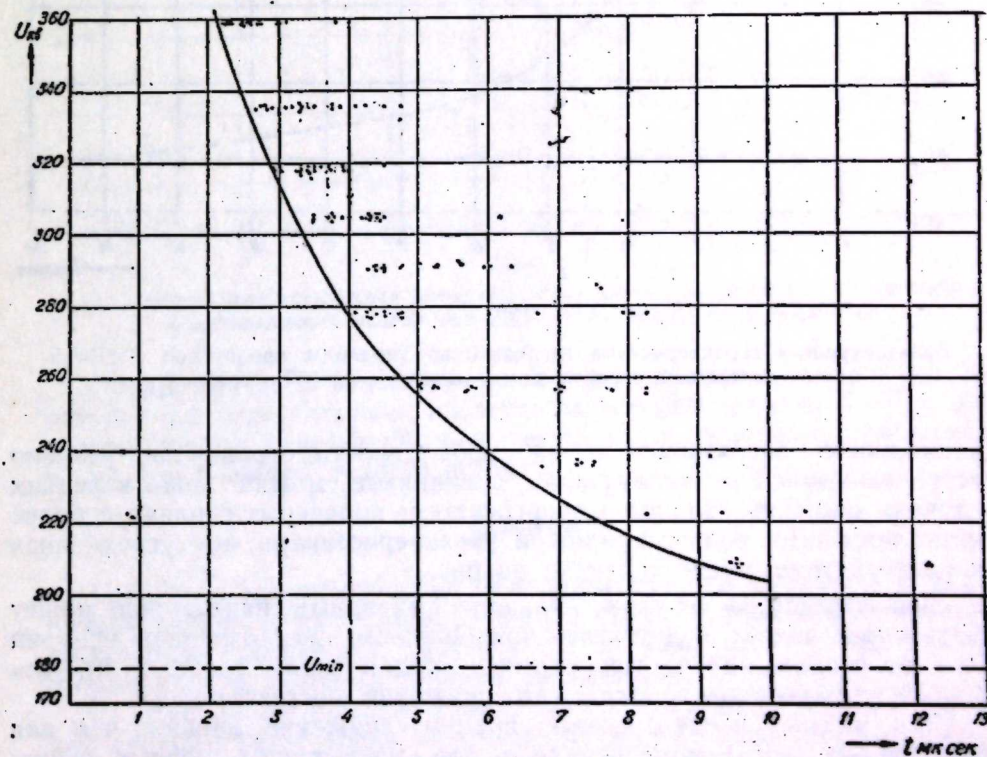


Рис. 6
Вольтсекундная характеристика загрязненной гирлянды изоляторов 3ХП-4,5 в увлажненном состоянии $\sigma = 1,0 \text{ мг/см}^2$; $\gamma = 5000 \text{ мксим/см}$.

Вольтсекундная характеристика изоляторов, загрязненных слоем в $0,5 \text{ мг/см}^2$ при проводимости в $5000 \frac{\text{мксим}}{\text{см}}$, лежит значительно выше и не может быть изображена приведенной выше средней характеристикой.

Такие результаты говорят о том, что после определенной величины и состава (проводимости) загрязнения, вольтсекундные характеристики изменяются очень медленно, и загрязнения в определенной зоне плотности и проводимости одинаково опасны. Учитывая, что в снятых вольтсекундных характеристиках гирлянды из 3 элементов

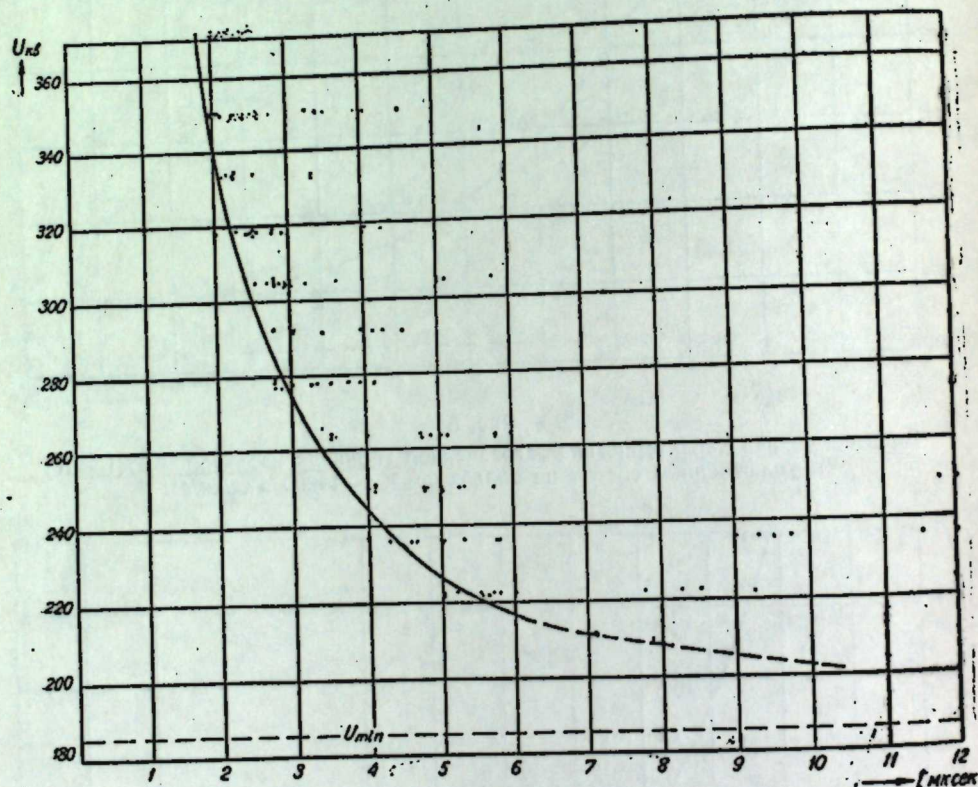


Рис. 7

Вольтсекундная характеристика загрязненной гирлянды изоляторов $3 \times \text{П-4,5}$ в увлажненном состоянии $\sigma = \text{мг/см}^2$; $\gamma = 15000 \text{ мксим/см}$

наибольшие загрязнения и их проводимости ограничены реально встречающимися в эксплуатации величинами, можно лишь в редких случаях ожидать наличия в энергосистеме подвесных гирлянд с более низколежащими вольтсекундными характеристиками, чем усредненная характеристика, представленная на рис. 8.

Как следует из таблицы, снижение разрядных напряжений может быть очень велико и достигать при большом предразрядном времени 50% от напряжений чистой сухой изоляции (табл., графа 7, 9). Для чистой увлажненной гирлянды это снижение достигает 20%.

Для малых предразрядных времен снижение меньше, чем для больших, но достаточно велико, и для предыдущих кривых равно, соответственно, 25 и 10%.

Вольтсекундные характеристики изоляторов, загрязненных всеми остальными типами загрязнений, должны располагаться между этими кривыми.

Нами снимались также вольтсекундные характеристики загрязненных, но сухих изоляторов при различных загрязнениях.

Полученные кривые позволяют заключить, что вольтсекундные характеристики сухих загрязненных изоляторов очень сильно зависят от влажности воздуха. Вольтсекундные характеристики, снятые при различных влажностях и температурах на одной и той же гирлянде, значительно отличаются друг от друга.

Из сравнения полученных кривых можно заключить, что влияние влажности сказывается значительно больше, нежели состав (проводимость) и плотность загрязнения.

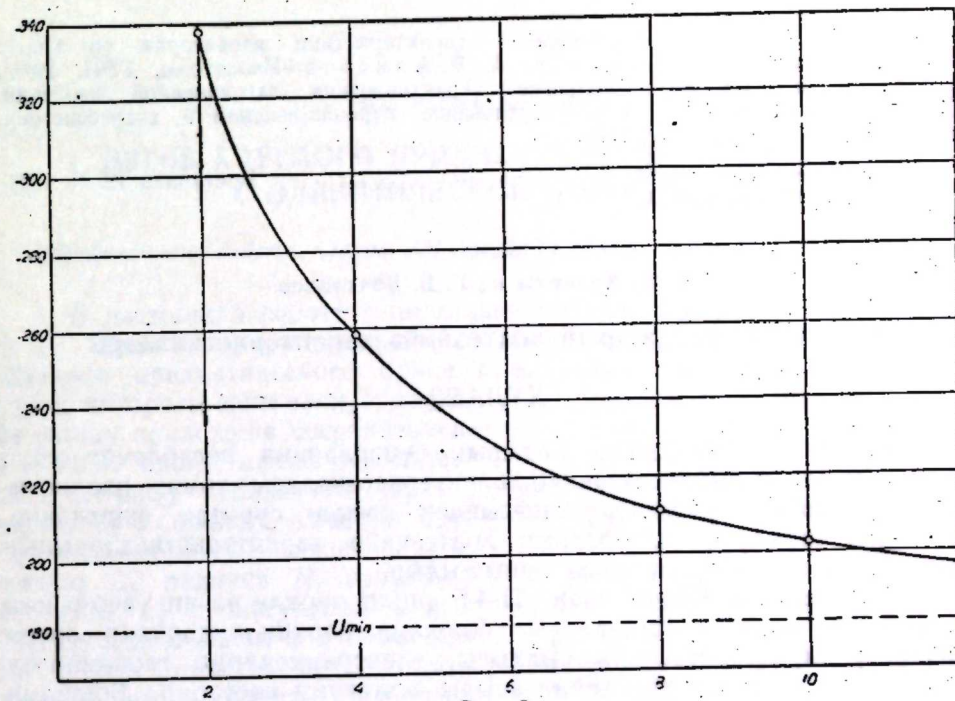


Рис. 8

Усредненная вольтсекундная характеристика для больших величин загрязнения и проводимости изоляторов $3 \times \text{П-4,5}$ в увлажненном состоянии

Общим для всех вольтсекундных характеристик загрязненных изоляторов в сухом состоянии является то, что они лежат на 5—15% ниже вольтсекундной характеристики чистой сухой гирлянды, приближаясь к ней при большой сухости воздуха.

Выводы

1. Снятые вольтсекундные характеристики загрязненной и увлажненной гирлянды из 3 элементов типа П-4,5 показали значительную зависимость разрядных напряжений от плотности и проводимости загрязнения, а также от степени увлажнения.

2. Наибольшее снижение разрядных напряжений и наиболее короткое предразрядное время имеют место не при максимальном увлажнении, а при промежуточном состоянии, когда на поверхности изоляторов имеются одновременно увлажненные и сухие места. Зависи-

мость разрядных напряжений и предразрядного времени от влажности имеет U-образный характер.

3. Вольтсекундные характеристики, построенные по нижним точкам U-образных кривых, показывают, что после определенной величины и состава (проводимости) загрязнения, вольтсекундные характеристики изменяются очень медленно, загрязнения в определенной зоне плотности и проводимости одинаково опасны, и вольтсекундные характеристики такой загрязненной изоляцией могут быть представлены усредненной вольтсекундной характеристикой, представленной на рис. 8.

4. Ввиду сильного снижения вольтсекундных характеристик загрязненной и увлажненной изоляции, при расчетах грозозащиты необходимо учитывать наличие загрязнения изоляции.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. К. Кожухов—Импульсные характеристики изоляторов. (В книге: А. В. Ефимов, В. К. Кожухов, А. В. Алмазов—Изоляторы, ГЭИ, 1941).
2. В. К. Кожухов—Вольтсекундные характеристики загрязненной изоляции. "Электричество", № 3, 1938. 3. Исследование перенапряжений в энергосистеме. Отчет ЭНИ АН Азерб. ССР, 1953.

Энергетический институт
АН Азербайджанской ССР

Поступило 12. II. 1954

Ч. М. Чуварлы вэ Г. В. Вечхайзер

Чиркли изоляторларын вольтсанийэ характеристикалары

ХУЛАСЭ

Электрик гургуларынын илдырым сүпэрлэрини һесабламаг үчүн чиркли изолясиянын вольтсанийэ характеристикалары тэмиз изолясиянын вольтсанийэ характеристикасындан кэскин сурэтдэ фэрглэнир. Мэгалэдэ чиркли изоляторларын вольтсанийэ характеристикаларынын чыхарылмасы нэтичэлэриндэн данышылыр.

Үч элементдэн ибарэт олан П-4,5 типли чиркли вэ яш асычынын вольтсанийэ характеристикалары, бошалма кэркиликлэринин орада топлашан чирк тэбэгэсинин сыхлыгы, электриккечирмэ габиллийэти вэ исланма дэрэчэсиндэн хейли асылы олдуғуну кэстэрир. Бошалма кэркиликлэринин эн чох ашағы дүшмэси һаллары вэ бошалмагабағы мүддэтлэрдэн заман э'тибарилэ эн гыса оланлары, максимал исланмада дейил, аралыг вэзийэтлэрдэ, йэ'ни изоляторларын сэтһиндэ һэм яш, һэм дэ гуру ерлэр олдуғда мүшаһидэ эдилер. Бошалма кэркиликлэринин вэ бошалмагабағы мүддэтин исланма дэрэчэсиндэн асылылығы графика сурэтдэ кэстэрилдикдэ U шэкилли эйри алыныр.

U шэкилли эйрилэрин ашағы нөгтэлэриндэ гурулан вольтсанийэ характеристикалары кэстэрир ки, чирк тэбэгэси мүэййэн галынлыға вэ тэркибэ (электриккечирмэ габиллийэтинэ) малик олдуғда вольтсанийэ характеристикалары чох яваш дэйишир. Чирк тэбэгэси мүэййэн сыхлыг вэ электриккечирмэ зонасы дахилиндэ эйни дэрэчэдэ тәһлүкәлидир вэ белә чиркли изолясиянын вольтсанийэ характеристикалары орталашдырылмыш вольтсанийэ характеристикасы илә кэстэрилэ билэр.

Чиркли вэ яш изолясиянын вольтсанийэ характеристикалары хейли ашағы дүшдүйүндэн, илдырым сүпэрлэри һесаblandығда изолясиянын чирклилийи нэзэрэ алынмалдыр.

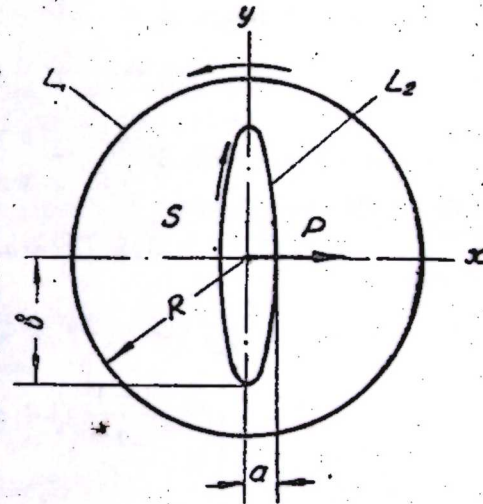
ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

Ю. А. АМЕН-ЗАДЕ

ИЗГИБ КРУГЛОГО ПРИЗМАТИЧЕСКОГО БРУСА С ЭЛЛИПТИЧЕСКОЙ ПОЛОСТЬЮ

(Представлено действ. членом АН Азербайджанской ССР И. Г. Есьманом)

1. В настоящей работе с помощью приема, предложенного проф. Д. И. Шерманом, рассматривается изгиб однородного изотропного круглого призматического бруса с эллиптической полостью, один конец которого заземлен, к другому концу приложена сосредоточенная сила вдоль малой оси эллипса (см. рис.). Обозначим через S двусвязную область сечения бруса, ограниченную: извне—окружностью L_1 радиуса R , изнутри—эллипсом L_2 с полуосями a и b . Расположив область S в плоскости $z = x + iy$, поместим начало координат в центре области и направим координатные оси x и y соответственно по большой и малой полуосям эллипса.



Определение напряженного и деформированного состояния указанного бруса сводится, как известно, к отысканию функции $\varphi_1(z)$ комплексного переменного $z = x + iy$ регулярной в области S ; из граничных условий

$$\varphi_1(t) + \overline{\varphi_1(\bar{t})} = 2F_j(t) + D_j \quad (j=1,2), \quad (1.1)$$

где j —индекс границ;

t —аффикс точки окружности L_1 или эллипса L_2 ;

D_j —некоторые вещественные постоянные, одну из них, например, D_1 можно взять равной нулю.

$$F_j(t) = -\left(1 - \frac{\sigma}{2}\right) \frac{y^3}{3} - \frac{\sigma}{2} x^2 y + 2(1 + \sigma) \int y d \quad (1.3)$$

Здесь интегралы взяты на окружности или эллипсе, начиная от некоторого произвольно фиксированного начала до переменной точки (x, y) .

В выражении (1.3) через σ обозначен коэффициент Пуассона.
2. Возьмем функцию, отображающую внешность эллипса на внешность окружности γ радиуса $\rho > 1$ в плоскости ζ

$$z = A \left(\zeta - \frac{1}{\zeta} \right). \quad (2.1)$$

Здесь

$$A = \frac{\sqrt{b^2 - a^2}}{2}, \quad \rho = \sqrt{\frac{b+a}{b-a}} > 1.$$

Решая (1.4) относительно ζ , получим

$$\zeta = \frac{z + \sqrt{z^2 + 4A^2}}{2A}, \quad (2.2)$$

Для ζ радикал взят со знаком плюс, так как при отображении бесконечно удаленная точка в плоскости ζ должна перейти в бесконечно удаленную же точку плоскости z . Учитывая, что

$$x + \frac{t + \bar{t}}{2}, \quad y = \frac{t - \bar{t}}{2i}$$

из выражений (1.3), после некоторых несложных преобразований получим

$$F_1(t) = iR^3 \left\{ e_1 \left(\frac{t}{R} - \frac{R}{t} \right) + e_3 \left[\left(\frac{t}{R} \right)^3 - \left(\frac{R}{t} \right)^3 \right] \right\} \text{ на } L_1, \quad (2.3)$$

где t — аффикс точки L_1 ,

$$e_1 = \frac{3}{8} + \frac{1}{4}\sigma, \quad e_3 = -\frac{1}{8}.$$

$$F_2(t) = F_2^*(\tau) = iC_1 A^3 \left(\frac{\tau}{\rho} - \frac{\rho}{\tau} \right) + iC_3 A^3 \left(\frac{\tau^3}{\rho^3} - \frac{\rho^3}{\tau^3} \right) \text{ на } L_2, \quad (2.4)$$

где τ — аффикс точки γ ,

$$C_\nu = C_\nu^{(1)} + \sigma C_\nu^{(2)} \quad (\nu=1,3).$$

Здесь

$$C_1^{(1)} = \frac{1 + \rho^2}{8\rho^3} (3\rho^4 - 2\rho^2 + 3), \quad C_1^{(2)} = \frac{1 + \rho^2}{4\rho^3} (\rho^4 - 3\rho^2 + 1)$$

$$C_3^{(1)} = \frac{-1}{24\rho^3} (1 + \rho^2) (3\rho^4 - 2\rho^2 + 3)$$

$$C_3^{(2)} = \frac{1 + \rho^2}{12\rho}$$

3. Положив на окружности L_1

$$\varphi_1(t) - \overline{\varphi_1(t)} = 2\omega(t), \quad (3.1)$$

введем на ней функцию

$$\varphi(t) = \varphi_1(t) - \lim_{\substack{z \rightarrow t \\ \text{изнут.}}} \frac{1}{2\pi i} \int_{L_1} \frac{\omega(t_1)}{t_1 - z} dt_1 - iR^3 \left[e_1 \frac{t}{R} + e_3 \left(\frac{t}{R} \right)^3 \right] =$$

$$= - \lim_{\substack{z \rightarrow t \\ \text{извне}}} \frac{1}{2\pi i} \int_{L_1} \frac{\omega(t_1)}{t_1 - z} dt_1 - iR^3 \left[e_1 \frac{R}{t} + e_3 \left(\frac{R}{t} \right)^3 \right]. \quad (3.2)$$

Из равенства (3.2) следует, что $\varphi(z)$ аналитически продолжимо вне L_2 и $\varphi(\infty) = 0$.

Записав теперь второе граничное условие (1.1) в форме

$$\varphi(t) + \overline{\varphi(t)} = - \left[\frac{1}{2\pi i} \int_{L_1} \frac{\omega(t_1)}{t_1 - t} dt_1 + \frac{1}{2\pi i} \int_{L_1} \frac{\omega(t_1)}{\bar{t}_1 - \bar{t}} d\bar{t}_1 \right] -$$

$$- iR^3 \left\{ e_1 \left(\frac{t}{R} - \frac{\bar{t}}{R} \right) + e_3 \left[\left(\frac{t}{R} \right)^3 - \left(\frac{\bar{t}}{R} \right)^3 \right] \right\} + 2F_2(t) + D_2$$

и затем используя (2.1) на окружности γ плоскости ζ , после некоторых преобразований будем иметь

$$\varphi^*(\tau) + \overline{\varphi^*(\tau)} = \sum_{n=-\infty}^{\infty} b_n \left(\frac{\tau^n}{\rho^n} - \frac{\rho^n}{\tau^n} \right) + iA^3 \left[q_1 \left(\frac{\tau}{\rho} - \frac{\rho}{\tau} \right) + \right.$$

$$\left. + q_3 \left(\frac{\tau^3}{\rho^3} - \frac{\rho^3}{\tau^3} \right) \right] + D_2, \quad (3.3)$$

где $\varphi^*(\tau) = \varphi(t)$

$$q_1 = 2C_1 - \left(\rho + \frac{1}{\rho} \right) \left[\left(\frac{R}{A} \right)^2 e_1 - 3e_3 \right], \quad q_3 = 2C_3 - \left(\rho^3 + \frac{1}{\rho^3} \right) e_3$$

$$b_n = \frac{1}{\rho^n} \sum_{k=n}^{\infty} (-1)^{\frac{n+k}{2}} C_k^{(\frac{n+k}{2})} \left(\frac{A}{R} \right)^k \alpha_k$$

$$\alpha_k = \frac{R^k}{2\pi i} \int_{L_1} \frac{\omega(t_1)}{t_1^{k+1}} dt_1. \quad (3.4)$$

Звездочка, приспанная к символу суммы, указывает, что индекс n принимает значения одинаковой чётности со значениями, принимаемыми индексом k .

Из (3.3) ясно, что следует принять $D_2 = 0$.

Принимая во внимание, что функция $\varphi^*(\zeta)$ регулярна во внешности круга радиуса ρ в плоскости ζ и, кроме того, учитывая, что $\varphi(\infty) = 0$, легко найдем

$$\varphi^*(\zeta) = \sum_{n=1}^{\infty} \lambda_n \frac{\rho^n}{\zeta^n}, \quad (3.5)$$

где

$$\lambda_n = - [(-1)^{n+1} \rho^{2n} + 1] b_n - iA^3 q_n \varepsilon_n.$$

Здесь $\varepsilon_1 = \varepsilon_3 = 1$ и остальные $\varepsilon_n = 0$ ($n \neq 1, 3$).

4. Определение коэффициентов α_k .

На основании формулы (3.2) из выражения (3.1) имеем

$$\omega(t) = \omega(t) - \overline{\varphi(t)} + \frac{1}{2\pi i} \int_{L_1} \omega(t_1) d \ln \frac{t_1 - t}{t_1 - \bar{t}} + iR^3 \left[e_1 \left(\frac{t}{R} + \frac{R}{t} \right) + \right.$$

$$\left. + e_3 \left(\left(\frac{t}{R} \right)^3 + \left(\frac{R}{t} \right)^3 \right) \right].$$

Умножив обе части последнего равенства на

$$\frac{R^m}{2\pi i} \frac{dt}{t^{m+1}},$$

и проинтегрировав по L_1 , после некоторых преобразований получим бесконечную систему линейных алгебраических уравнений вида

$$\alpha_m = \sum_{k=1}^{\infty} q_{k,m} \alpha_k + f_m^{(0)}, \quad (m=1, 3, 5, \dots, \infty), \quad (4.1)$$

$$f_m^{(0)} = \sum_{k=1}^{\infty} q_{k,m} \alpha_k + f_m^{(0)}, \quad (k=1, 3, 5, \dots, \infty),$$

где

$$q_{k,m} = \left(\frac{A}{R}\right)^{m+k} \sum_{n=1}^{E(k,m)} (-1)^{\frac{k+m}{2}+1} (1+\rho^{2n}) C_k^{\frac{n+k}{2}} \left(C_{m-1}^{\frac{m-n}{2}} - C_{m-1}^{\frac{m-n-1}{2}} \right)$$

$$(E(k,m) = k, \text{ при } k \leq m; E(k,m) = m, \text{ при } k > m)$$

$$f_m^{(0)} = (-1)^{\frac{m+1}{2}} i A^3 \left(\frac{R}{A}\right)^m \rho \left[q_1 \left(C_{m-1}^{\frac{m-1}{2}} - C_{m-1}^{\frac{m-1-1}{2}} \right) \right] - q_3 \rho^2 \left(C_{m-1}^{\frac{m-3}{2}} - C_{m-1}^{\frac{m-5}{2}} \right) + i \varepsilon_m R^3 e_m, \quad (m=1, 3, 5, \dots, \infty)$$

Здесь $\varepsilon_m = 1$ ($m=1, 3$) и остальные $\varepsilon_m = 0$ ($m \neq 1, 3$). Вводя далее новые неизвестные

$$\alpha_1 = \alpha_1^* + i A^3 \frac{R}{A} \left(\frac{q_1 \rho}{1+\rho^2} + \frac{3q_3 \rho^3}{1+\rho^6} \right)$$

$$\alpha_3 = \alpha_3^* + i A^3 \left(\frac{R}{A}\right)^3 \frac{q_3 \rho^3}{1+\rho^6}$$

$$\alpha_m = \alpha_m^*, \quad (m=5, 7, 9, \dots, \infty)$$

системе (4.1) придадим вид

$$\alpha_m^* = \sum_{k=1}^{\infty} q_{k,m} \alpha_k^* + \gamma_{m,0}. \quad (4.2)$$

Здесь

$$\gamma_{1,0} = i A^3 \frac{R}{A} \left(\frac{q_1 \rho}{1+\rho^2} - \frac{3q_3 \rho^3}{1+\rho^6} \right) + i e_1 R^3$$

$$\gamma_{3,0} = -i A^3 \left(\frac{R}{A}\right)^3 q_3 \frac{\rho^3}{1+\rho^6} + i e_3 R^3$$

$$\gamma_{m,0} = 0 \quad (m=5, 7, 9, \dots)$$

Для новых неизвестных мы имеем, начиная с $m=5, 7, \dots$, однородную систему алгебраических уравнений.

Наконец, положив в системе (4.2)

$$1 - q_{m,m} = C_{\frac{m-1}{2}, \frac{m-1}{2}}, \quad -q_{k,m} = C_{\frac{k-1}{2}, \frac{m-1}{2}}, \quad \alpha_k^* = x_{\frac{k-1}{2}}$$

$$\gamma_{m,0} = \gamma_{\frac{m-1}{2}}^{(0)}, \quad n = \frac{k-1}{2} \text{ и } \gamma = \frac{m-1}{2},$$

приведем ее к виду

$$\sum_{n=0}^{\infty} C_{n,v} x_n = \gamma_v^{(0)} \quad (v=0, 1, 2, \dots, \infty).$$

Из последней системы при $\rho = \sqrt{2}$ и $\frac{A}{R} = \frac{\sqrt{2}}{4} \left(\frac{b}{R} = \frac{3}{4} \right)$ методом последовательных приближений решены десять первых уравнений, причем, понадобилось найти всего лишь три приближения, чтобы придти здесь к весьма точному решению, несмотря на то, что в рассматриваемом примере границы близки одна к другой в наиболее напряженной части;

имеем:

$$x_n = q_n \gamma_0 + p_n \gamma_1 \quad (n=0, 1, 2, \dots, 9)$$

Значения q_n и p_n сведены в таблицу 1.

Таблица 1

n	q_n	p_n
0	1,619995	-0,237465
1	-0,791550 · 10 ⁻¹	1,048304
2	0,200230 · 10 ⁻¹	-0,14424 · 10 ⁻¹
3	-0,630513 · 10 ⁻²	0,495067 · 10 ⁻²
4	0,221874 · 10 ⁻²	-0,183673 · 10 ⁻²
5	-0,83549 · 10 ⁻³	0,71676 · 10 ⁻³
6	0,32923 · 10 ⁻³	-0,28986 · 10 ⁻³
7	-0,13409 · 10 ⁻³	0,12038 · 10 ⁻³
8	0,5599 · 10 ⁻⁴	-0,51036 · 10 ⁻⁴
9	-0,2384 · 10 ⁻⁴	0,2200 · 10 ⁻⁴

5. В силу (3.4) α_k являются коэффициентами разложения функции $\omega(t)$ в ряд Фурье, поэтому для нее имеем

$$\omega(t) = \sum_{k=1}^{\infty} \alpha_k \left[\left(\frac{t}{R}\right)^k + \left(\frac{R}{t}\right)^k \right] + \alpha_0$$

На основании (3.2), (3.5), и (2.2) получим в области S

$$\varphi_1(z) = \sum_{k=1}^{\infty} \left[-\lambda_k \cdot \left(\frac{\rho}{2A}\right)^k \left(z - \sqrt{z^2 + 4A^2} \right)^k + \alpha_k \left(\frac{z}{R}\right)^k \right] + i R^3 \left[e_1 \frac{z}{R} + e_3 \left(\frac{z}{R}\right)^3 \right] + \alpha_0 \quad (5.1)$$

Выясним, насколько точно найденная при помощи решения укороченной системы (4.2) функция $\varphi(z)$ удовлетворяет граничным условиям (1.1) и (1.2) для разбираемого примера, в наиболее характерных

точках $t_1 = R e^{i\frac{\pi}{4}}, t_2 = \frac{b}{\sqrt{5}} e^{i\frac{\pi}{4}}, t_3 = iR$ и $t_4 = ib$.

Составим равенства

$$\varphi_{j,v}(t) + \overline{\varphi_{j,v}(t)} - 2F_{j,v}(t) = R^3 \sum_{k=1}^3 (d_{jk} e_k + \delta_{jk} C_k) \quad \begin{matrix} \text{для } v=1, j=1,3 \\ \text{для } v=2, j=2,4 \end{matrix}$$

где v — индекс границы, на которой лежат точки; d_k, δ_{jk} — некоторые известные постоянные (табл. 2).

Таблица 2

t	d_{j1}	d_{j3}	δ_{j1}	δ_{j3}	$d_{j1}^{(1)}$	$d_{j3}^{(1)}$
$Re^{i\frac{\pi}{4}}$	$-0,284 \cdot 10^{-4}$	$0,108 \cdot 10^{-4}$	$0,16 \cdot 10^{-5}$	$-0,22 \cdot 10^{-5}$	$-2,8284272$	$2,8284272$
$\frac{b}{\sqrt{5}} e^{i\frac{\pi}{4}}$	$0,2 \cdot 10^{-6}$	$0,1 \cdot 10^{-6}$	0	$-0,1 \cdot 10^{-6}$	0	0
iR	$0,744 \cdot 10^{-4}$	$-0,704 \cdot 10^{-4}$	$-0,44 \cdot 10^{-5}$	$0,134 \cdot 10^{-4}$	-4	4
ib	$-0,41 \cdot 10^{-6}$	0	$0,3 \cdot 10^{-7}$	$0,4 \cdot 10^{-7}$	0	0

t	$\delta_{j1}^{(2)}$	$\delta_{j3}^{(2)}$	$\Delta_{j1}^{(1)}$	$\Delta_{j3}^{(1)}$	$\Delta_{j1}^{(2)}$	$\Delta_{j3}^{(2)}$
$Re^{i\frac{\pi}{4}}$	0	0	$0,1 \cdot 10^{-2}$	$-0,38 \cdot 10^{-2}$	$-0,29 \cdot 10^{-3}$	$0,15 \cdot 10^{-2}$
$\frac{b}{\sqrt{5}} e^{i\frac{\pi}{4}}$	$-0,0559017$	$0,1453444$	$-0,7 \cdot 10^{-5}$	$-0,4 \cdot 10^{-5}$	0	$0,7 \cdot 10^{-4}$
iR	0	0	$-0,19 \cdot 10^{-2}$	$-0,18 \cdot 10^{-2}$	$-0,29 \cdot 10^{-2}$	$0,76 \cdot 10^{-2}$
ib	$-0,17667767$	$0,17667767$	$0,1 \cdot 10^{-4}$	0	$-0,17 \cdot 10^{-4}$	$0,23 \cdot 10^{-4}$

Очевидно, для точного удовлетворения граничных условий должно быть

$$d_{jk} = \delta_{jk} = 0.$$

С другой стороны имеем

$$2F_{1j}(t) = \sum_{k=1}^3 d_{jk}^{(1)} e_k, \quad 2F_{2j}(t) = \sum_{k=1}^3 \delta_{jk}^{(2)} C_k \quad (j=1, 2, 3, 4..),$$

где $d_{jk}^{(1)}, \delta_{jk}^{(2)}$ — некоторые известные коэффициенты (табл. 2).

За меру отклонения величин d_{jk} и δ_{jk} от нуля возьмем их отношения к одноименным величинам $d_{jk}^{(1)}$ и $\delta_{jk}^{(2)}$, входящим в выражения $2F_{1j}(t)$, $2F_{2j}(t)$.

Для $d_{jk}^{(1)} = 0$ или $\delta_{jk}^{(2)} = 0$ в указанных отношениях следует брать величины $d_{jk}^{(1)}$ или $\delta_{jk}^{(2)}$ в соседних точках, заведомо отличные от нуля.

Величины

$$\Delta_{jk}^{(1)} = \frac{d_{jk}}{d_{jk}^{(1)}} 100\%, \quad \Delta_{jk}^{(2)} = \frac{\delta_{jk}}{\delta_{jk}^{(2)}} 100\%,$$

характеризующие, согласно сказанному, степень точности выполнения найденной функцией граничных условий (1.1) и (1.2) в указанных точках, приведены в таблице 2.

Из этой таблицы наглядно видно, что граничные условия в указанных точках выполнены весьма точно.

6. Определение компонентов касательных напряжений.
Компоненты касательных напряжений для нашего случая вычисляются, если учесть, что степень крутки в данном случае равна нулю, по следующей формуле

$$X_z - iY_z = -\frac{P}{2(1+\sigma)I} \left[\frac{d(i\varphi_1(z))}{dz} - z^2 + x^2 + \frac{\sigma}{2} \bar{z}^2 \right].$$

Принимая во внимание (5.1), будем иметь

$$X_z - iY_z = -\frac{P}{2(1+\sigma)I} \left\{ \sum_{k=1}^{\infty} (-k) \left[\left(\frac{\rho}{2A} \right)^k \lambda_k^* \frac{(z - \sqrt{z^2 + 4A^2})^k}{\sqrt{z^2 + 4A^2}} + \frac{\beta_k^*}{R} \left(\frac{z}{R} \right)^{k-1} \right] - (1 + 3e_3) z^2 + x^2 - e_1 R^2 + \frac{1}{2} \sigma \bar{z}^2 \right\}, \quad (6.1)$$

где $\lambda_k = i\alpha_k$, $\alpha_k = i\beta_k^*$

X_z, Y_z — компоненты скальвающих напряжений, действующих в сечении бруса с нормалью Z , и соответственно параллельные осям x и y ;

P — величина изгибающей силы;

I — момент инерции площади сечения относительно нейтральной оси.

В таблице 3 даны величины касательных напряжений X_z в трех наиболее характерных точках, при этом $\sigma = 0,3$

$$X_z \cdot \frac{I}{PR^2}$$

Таблица 3

λ	t	ib	$i \frac{R+b}{2}$	iR
$\sqrt{2}$	$\frac{3}{4}$	2,2076	1,1609	1,0024

Из таблицы 3 явствует, что в точке (ib) напряжение примерно в 2,20 раза больше, чем напряжение в точке (iR); однако такое резкое повышение в точке (ib) носит местный характер; так, например, в средней точке ($i \frac{R+b}{2}$) напряжение примерно в 1,16 раза больше, чем напряжение в точке iR .

Сопоставим также эти величины напряжений с теми, которые могут быть вычислены по известной для односвязных простейших сечений формуле Д. И. Журавского, для чего последнюю приведем к виду

$$\tau = \frac{1 - \frac{1}{9} \left(\frac{b}{R} \right)^3}{1 - \frac{b}{R}} \frac{PR^2}{3I};$$

при $\frac{b}{R} = \frac{3}{4}$ будем иметь

$$\tau = 1,2708 \frac{PR^2}{I}.$$

Из сравнения следует, что по формуле Д. И. Журавского напряжение в точке (ib) оказывается пониженным примерно на 42,4%, а в точках $(i \frac{R+b}{2})$ и (iR) повышенным соответственно на 9,5% и 26,8%.

Исходя из сказанного, заключаем, что точная картина напряженного состояния в сечении рассматриваемого вида по формуле Д. И. Журавского не может быть получена.

В заключении приношу глубокую благодарность доктору физико-математических наук, проф. Д. И. Шерману за ценные указания при выполнении настоящей работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Д. И. Шерман—Об одной задаче кручения. „ДАН СССР“, т. 63, № 5, 1948.
2. Д. И. Шерман—О напряжениях в скручиваемом круговом бруссе, ослабленном призматической полостью. „Изв. АН СССР“, отд. техн. наук, № 7, 1951. З. Н. И. Мухелишвили—Некоторые основные задачи математической теории упругости, 1949. 4. Ю. А. Амен-заде—К вопросу изгиба полых призматических стержней. Тр. АзНИИ по добыче нефти, 1954.

Азербайджанский индустриальный институт им. М. Азизбекова

Поступило 15. II. 1954

Ю. Э. Эмен-заде

Эллиптик бошлуглу даирэви призматик тирин эйилмэси

ХУЛАСЭ

Апардыгмыз тэдгигатда ичи бош даирэви призматик тирин эйилмэси өйрэнилди. Бурада даирэви призматик тирин дахилиндеки бошлугун энинэ кэсийи эллипс шаклиндедир. Эллипсин маркэзи призматик тирин энинэ кэсийинин маркэзинэ дүшүр.

Тирин бир учу бэркидилмишдир, сэрбэст учуна исэ, эллипсин кичик оху үзэринэ дүшэн гүввэ тэ'сир эдир (шэклэ бах).

Тирин кэсийинде сэрһэд шэртлэри нэзэрдэ тутуларак (1.1) регуляр функция тэ'йин эдилмишдир. Тэ'йин эдилэн функциянын (5.1) сэрһэд шэртлэрини (1.1) яхшы тэ'мин этмэси 2-чи чэдвэлдэн көрүнүр.

Алынмыш формула (6.1) эсасэн тирин кэсийинде характер нөгтэлэр үчүн танкенсил кэркилик һесаблинмишдир (3-чү чэдвэлэ бах).

Мэгалэдэ, биррабитэли садэ кэсиклэр үчүн Д. И. Журавски формуласы илэ һэмин кэсийин кэркин вэзийэтинин дэгиг оларак тэ'йин эдилэ билмэмэси кестэрилмишдир.

НЕФТЯНОЕ ДЕЛО

Я. А. ШВАРЦ

О МОДЕЛИРОВАНИИ ЦЕМЕНТИРОВКИ ВЕРТИКАЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ

(Представлено действ. членом АН Азербайджанской ССР Г. Н. Газиевым)

В нефтепромысловом деле до настоящего времени нет способа предварительного (до опробования) определения успешности цементирования скважины, являющейся единственным промышленным методом изоляции чуждых вод.

Само понятие неудачной цементировки в известной мере условно. С точки зрения техники проведения операции цементировки, получившей отражение в официальной документации (так называемой „тампоной карточке“), успешность проведения операции оценивается в основном по факту отсутствия очевидного нарушения процесса,—имела ли место вынужденная остановка цементировочных агрегатов в процессе затворения и продавки цемента и т. п.

Естественно, что такой критерий определения качества цементирования пригоден лишь в случае, когда, например, выход агрегатов из строя явился причиной невозможности закончить продавку цемента. В остальных случаях задержек в работе агрегатов или других неполадок нет эталона для измерения их влияния на успех цементирования скважин.

По существу, ни характер испытания, ни методы определения закрытия вод принципиально не изменились и остались на совершенно недостаточном уровне сравнительно с другими сторонами проводки скважины: механической скоростью, глубиной бурения и т. д.

На успешный результат цементирования нефтяной скважины оказывает влияние значительное число факторов. Качественное влияние большинства этих факторов определено инженерной практикой, количественное же влияние остается недостаточно изученным.

При значительном числе независимых переменных, влияющих на успех закрытия чуждых вод, с невыясненной функциональной зависимостью представить изменения, происходящие в буровой скважине при движении цементного раствора, с одной стороны, и верхних вод—с другой, методами математического анализа не представляется возможным.

В равной степени сложность процессов „не позволяет аналитически получить решение дифференциальных уравнений течения, даже для случая движения истинно вязкой жидкости в аппаратах, не говоря уже о течении жидких сред, обладающих вязко-пластическими или упруго-вязко-пластическими свойствами, уравнения течения которых гораздо сложнее“ [2, 3].

Рациональным поэтому является путь экспериментальный на основе учения о подобии явлений, позволяющего дать математическую обработку данных опыта, которая, охватывая все подобные между собой явления, устанавливает этим границы распространения опыта [1]. С этой целью составим прежде всего физическое уравнение:

$$f(r_k, \eta_r, \tau_o, t, \gamma_r, Q; e, D_c, D_o, h, H_n, H, D_{вн}; \eta_n; \tau_o, \sigma_n, p, P; \gamma_n; Q_n) = 0 \dots \dots$$

- где r_k —толщина глинистой прослойки на стенках скважины, L
 η_r —структурная вязкость глинистого раствора, PTL^{-2}
 τ_o —предельное напряжение сдвига глинистого раствора, PL^{-2}
 γ_r —объемный вес глинистого раствора, PL^{-3}
 e —величина эксцентриситета оси обсадной колонны по отношению к оси скважины, L
 η_n —структурная вязкость цементного раствора, PTL^{-2}
 τ_o —предельное напряжение сдвига цементного раствора, PL^{-2}
 γ_n —объемный вес цементного раствора, PL^{-3}
 σ_n —механическая прочность породы раздела эксплуатационного и водоносного горизонта, PL^{-2}
 h —мощность этого раздела, L
 σ_n —механическая прочность цемента, PL^{-2}
 D_c —диаметр скважины (принимая равным диаметру долота), L
 D_o —наружный диаметр обсадной колонны, L
 $D_{вн}$ —внутренний диаметр обсадной колонны, L
 Q —среднее количество продаваемой жидкости, подаваемой в скважину, $L^3 T^{-1}$
 t —промежуток времени от конца спуска обсадной колонны до начала процесса заливки, T
 P —пластовое давление эксплуатационного объекта, PL^{-2}
 p —пластовое давление водоносного пласта, PL^{-2}
 H_n —высота подъема цемента, L^*
 H —глубина скважины (глубина башмака спущенной колонны), L
 Q_n —дебит чуждой верхней воды, полученной при опробовании пласта, $L^3 T^{-1}$

Согласно „ Π -теореме“ [1,4 и др.], число критериев-комплексов равно 3, а число критериев-симплексов равно 15.

Определим, согласно „ Π -теореме“, значения критериев-симплексов S и критериев подобия— Π .

$$S_1 = \frac{e}{r_k}, S_2 = \frac{D_c}{r_k}, S_3 = \frac{D_o}{r_k}, S_4 = \frac{h}{r_k}, S_5 = \frac{H_n}{r_k}, S_6 = \frac{H}{r_k}, S_7 = \frac{D_{вн}}{r_k};$$

$$S_8 = \frac{\eta_n}{\eta_r};$$

$$S_9 = \frac{\tau_o}{\tau_o}, S_{10} = \frac{\sigma_n}{\tau_o}, S_{11} = \frac{P}{\tau_o}, S_{12} = \frac{p}{\tau_o}, S_{13} = \frac{\sigma_n}{\tau_o};$$

$$S_{14} = \frac{\gamma_n}{\gamma_r}; S_{15} = \frac{Q}{Q_n}.$$

$$\Pi_1 = \frac{t \cdot \tau_o}{\eta_r}; \Pi_2 = \frac{\gamma_r \cdot r_k}{\tau_o}; \Pi_3 = \frac{Q \cdot \eta_r}{r_k \cdot \tau_o}.$$

* Во всех случаях выше эксплуатационного объекта.

Условия, содержащиеся в критериях подобия Π_2 и Π_3 , противоречивы и, следовательно, одновременно не могут быть соблюдены.

Если силы предельного напряжения сдвига преобладают в значительной степени над силами вязкости, моделировать надо без условия $\Pi_3 = idem$.

Если силы предельного напряжения сдвига преобладают в значительной степени над силами тяжести, моделировать надо без условия $\Pi_2 = idem$.

Параметры		Категория скважин	
обозначение	размерность	натура	модель
$e^1)$ макс.	см	8 и 13,1	0,360 и 0,5895
D_c	"	24,8 и 29,8	1,12 и 1,341
D_o	"	16,8	0,756
h	"	200 и 2000	9 и 90
H_n	"	50000	2250
H	"	100000	4500
$D_{вн}$	"	14,8	0,665
η_n	пуазы	0,02943 ²⁾	0,00336
τ_o	г/см ²	0,045 ²⁾	0,0018
σ_n	кг/см ²	изгиб : 62 ³⁾ разрыв: 12 ⁴⁾ 100	2,48 0,48 4
P	ат	100,50 и 150	4; 2 и 6
p	"		
σ_n	кг/см ²	37,5 ⁵⁾	1,50
γ_n	г/см ³	1,87 ²⁾	1,66
γ_r	"	1,24 ⁶⁾	1,10 ⁶⁾
τ_o	г/см ²	0,05 ⁶⁾	0,02 ⁶⁾
η_r	пуазы	0,105 ⁶⁾	0,012 ⁶⁾
Q_n	см ³ /сек	578,77 ¹⁾	0,01846
t	часы	2	5,71
r_k	см	5	0,225
Q	л/сек	54,81 и 108	172,217·10 ⁻⁵ 258,275·10 ⁻⁵ и 344,434·10 ⁻⁵

Примечания: 1) $e_{min} = 0$; 2) М. А. Абдуллаев, М. М. Карпенко, Г. Н. Протасов, Р. И. Шищенко. Разобшение пластов при бурении скважин. Госгонтехиздат, М., 1952; 3) ГОСТ 7581=42; 4) Я. А. Шварц. Справочник по бурению. АзГОНТИ, Баку, 1938; 5) К. Терцаги. Строительная механика грунта на основе его физических свойств. Перевод под ред. проф. Н. М. Герсванова. Госстройиздат, М., 1933; 6) К. Царевич, Р. Шищенко, Б. Бакланов. Глинистые растворы в бурении. Азнефтеиздат, Баку, 1935; 7) принято, как $Q_n = \text{минимум}$.

Для наших условий необходимо соблюдать $P_2 = \text{idem}$.
Результаты произведенных опытов можно представить в следующем виде:

$$S_{15} = f(S_1, S_2, S_3, \dots, S_{13}, S_{14}; P_1, P_2, P_3).$$

Принятые нами размеры основных величин, влияющих на успешность цементировки для натурной скважины и вычисленные для модели, даны в таблице.

ЛИТЕРАТУРА

1. М. В. Кирпичев, М. А. Михеев, Л. С. Эйгенсон — Теплопередача. ГЭИ, М., 1940. 2. Н. В. Тябин — О подобии потоков вязко-пластической жидкости. Коллоидный журнал, т. XIV, № 4, 1952. 3. Н. В. Тябин — Теория подобия вязко-пластической жидкости. Труды Казанского химико-технологического института им С. М. Кирова, в. 16, 1951. 4. Л. С. Эйгенсон — Моделирование. «Советская наука», М., 1952.

Поступило 8. II. 1954

Нефтяная экспедиция
АН Азербайджанской ССР

Я. А. Шварц

Шагули гуюну сементлэмэин моделлэшдирилмэси һаггында

ХҮЛАСӘ

Нефт мә'дәнләриндә ени газылан гуюларда кәнар сулары айырмаг үчүн еканә үсул олан сементлэмэин мүвәффәгийәтли олуб-олмадыгыны габагчадан (гуюну сынагдан чыхармаздан әввәл) билмәкдән өтрү мүәййән үсул йохдур.

Нефт гуюсунун мүвәффәгийәтлә сементләнмәсинә бир сыра амилләр тә'сир әдир. Һәмин амилләрдән бир чохунун кейфийәтчә көстәрдийи тә'сир мүәййән әдилмишсә дә; мигдарча көстәрдийи тә'сир һәләндийәдәк кифайәт гәдәр өйрәнилмәмишдир.

Функционал асылылыгы айдылашдырылмамыш кәнар суларын мүвәффәгийәтлә кәсилмәсинә тә'сир әдән дәйишән кәмийәтләрин хейли чох олмасы үзүндән бир тәрәфдән семент мәһлулунун, диқәр тәрәфдән исә үст суларын һәрәкәти заманы гуюнун элементләриндә баш верән дәйишикликләри риязи анализ үсуллары илә көстәрмәк мүмкүн дейилдир.

Просесләрин мүрәккәблийи апаратларда ахан маени, һәтта һәгиги өзлү мае олдуғу һалларда белә, ахынынын дифференциал тәнликләрини аналитик үсулла һәлл әтмәйә имкан вермир. Айдындыр ки, һәгиги өзлү мае әвәзинә, өзлү-пластик (шәклини дәйишә билән) вә я эластик өзлү-пластик хассәләри олан мае күтлә көтүрүлдүкдә дифференциал ахын тәнликләри хейли мүрәккәб олдуғундан онлары аналитик үсулла һәлл әтмәк һеч мүмкүн дейилдир [1].

Буна көрә дә һәмүн мәсәләни һадисәләрин охшарлыг нәзәрийәси әсасында тәчрүбә йолу илә һәлл әтмәк ән әлверишли үсул сайылмадыр. Бу үсул, тәчрүбә нәтичәләрини риязи сурәтдә һәлл әтмәйә имкан верир, бир-биринә охшар бүтүн һадисәләри әһатә әдир вә бунуила да тәчрүбәнин яйылма сәрһәдләрини мүәййәнләшдирир [2].

Бу мәгаләдә, гуюларын сементләнмәси ишинин мүвәффәгийәтинә тә'сир әдән сәбәбләр системләшдирилир вә өлчү ваһидләри һаггында нәзәрийәнин үмуми гайдаларына әсасән, гуюларын боруархасы һәлгәви бошлуғундан семент мәһлулунун килли мәһлулу сыхышдырыб чыхармасы һаллары үчүн охшарлыгын өлчүсүз критерияларынын формуласы верилир.

Гуюларын сементлэмэин моделлэшдирилмәси мәсәләси илк дәфәдир ки, бу мәгаләдә комплекс сурәтдә нәзәрән кечирилир.

С. Д. МЕХТИЕВ и С. А. СУЛТАНОВ

ПРЕВРАЩЕНИЕ ИЗОПРОПИЛЦИКЛОГЕКСАНА НА СИНТЕТИЧЕСКОМ АЛЮМОСИЛИКАТЕ

(Представлено действ. членом АН Азербайджанской ССР М. Ф. Нагиевым)

Несмотря на большую теоретическую важность объяснения химизма всевозможных каталитических процессов, протекающих на алюмосиликатном катализаторе, в литературе можно встретить единичные работы по исследованию реакции превращения индивидуальных полиметиленовых углеводородов. Из них по своей глубине заслуживает внимания работа К. П. Лавровского, Ю. Л. Фиш и Н. Н. Наймушина [1], посвященная исследованию крекинга изопропил-, н-бутил-циклогексанов и соответствующих алкилбензолов, а также тетра- и декагидронафталинов на алюмосиликате при температуре 450° и давлении в 10 атм. В этой области можно также указать на работы Г. Н. Маслянского и Т. С. Берлин [2] и Г. Н. Маслянского, Е. И. Межебовской и Т. С. Берлин [3] по исследованию превращения циклогексана и метилциклогексана на алюмосиликате при атмосферном давлении. Известна также работа [5] по крекингу ряда полиметиленовых углеводородов на алюмосиликате.

Настоящая работа имеет целью исследовать реакцию превращения, особенно изомеризации, изопропилциклогексана на алюмосиликате при различных температурах и давлениях.

Экспериментальная часть

Исходным сырьем служил изопропилциклогексан с константами: $a_4^{20} = 0,8000$; $n_D^{20} = 1,4410$. Катализатором служил алюмосиликат промышленного типа. Процесс проводился на непрерывнодействующей установке. В опытах, проведенных при атмосферном давлении, реактором служила трубка из пирексового стекла, опыты же под высоким давлением проводились в стальном реакторе. Регулирование давления производилось редукционными вентилями, установленными на обоих концах реактора. Сырье в реактор подавалось из стального баллона емкостью 3 л через медную трубку. Необходимое давление в сырьевом баллоне создавалось при помощи азота. Температура опыта определялась при помощи термометров, помещенных между реактором и обогревающей его трубчатой электропечью. Объемная скорость подачи сырья поддерживалась в пределах 0,27—0,31 объема жидкого продукта на объем катализатора в час. Общий расход сырья определялся

разностью весов сырьевого баллона до и после опыта. Опыты проводились при температуре 300—450°, атмосферном и повышенном давлении (22,5—24,5 атм). Жидкие продукты реакции улавливались в приемнике после прохождения их через змеевик, погруженный в лед, а неконденсирующаяся часть продуктов реакции—газы собирались в газометр. Газообразные продукты анализировались в аппарате ЦИАТИМ методом холодного фракционирования. Жидкие продукты реакции фракционировались в колонке с числом теоретических тарелок 20.

Обсуждение результатов экспериментов

Условия режима и материальный баланс опытов представлены в таблице 1. Как явствует из этой таблицы, при атмосферном давлении с повышением температуры реакции от 300 до 450° выход катализата снижается с 97,7 до 75,2%. При этом соответственно наблюдается увеличение газообразования; так, если при 300° образовался всего 1 л газа, то при 450°—6 л. Количество кокса, отложившегося на катализаторе, оставалось без изменения. Из той же таблицы видно, что давление положительно влияет на выход жидких продуктов реакции. Свойства жидких продуктов реакции, приведенных в таблице 1, указывают на отсутствие в них олефинов и на сравнительно низкие значения их d_4^{20} и n_D^{20} по сравнению с таковыми для исходного углеводорода.

Результаты фракционирования катализатов, а также выход и свойства полученных при этом фракций приводятся в таблице 2. На основании данных этой таблицы можно констатировать, что основная часть катализатов сосредоточена во фракциях, выкипающих выше 125°, причем из них преобладающее количественное значение имеет фракция 145—155°, состоящая, очевидно, главным образом из исходного углеводорода. Сопоставление данных таблицы 2 показывает, что с повышением температуры опыта выход этой фракции понижается. Так, если для опыта при 300° и атмосферном давлении ее выход составляет 70,4%, то для опыта при 450° и атмосферном давлении—43,5%. Проведение процесса при повышенных давлениях приводит к еще большему снижению выхода этой фракции (опыты № 11, 14, табл. 2). Фракции катализата, выкипающие до 125°, судя по их константам, главным образом состоят из парафиновых углеводородов. Основу же фракций, выкипающих в пределах 125—155°, судя по их физико-химическим свойствам, составляют нафтеносодержащие углеводороды.

Что касается части катализата, входящей в состав фракций, выкипающих выше 155°, и остатка, то они главным образом состоят из ароматических углеводородов. Разделение на узкие фракции остатков отдельных опытов показало, что более 70% их выкипает до 180°.

Наряду с определением d_4^{20} и n_D^{20} этих узких фракций, а также фракций, выкипающих выше 155° (катализатов опытов № 3 и 4), были получены тринитро- и трибромпроизводные. Проведенные анализы показали, что ароматические углеводороды, содержащиеся в указанных фракциях, состоят из смеси 1, 3, 5- и 1, 2, 4-триметилбензолов. Принимая их за продукты дегидрирования изомеризованного на алюмосиликате изопропилциклогексана, следует полагать наличие во фракциях 125—135°, 135—145° и частично во фракции 145—155° триметилциклогексанов.

Распространяя выдвинутый одним из нас механизм реакции изомеризации цикланов под действием хлористого алюминия [4] на этот процесс, надо полагать наличие в этих фракциях также ди- и полиалкилциклопентанов с девятью углеродными атомами в молекуле.

Таблица 1

№ опыта	Условия опыта				Пропущено изопропилциклогексана в г	Получено продуктов реакции			Свойства жидкого продукта реакции		
	температура в °С	давление в атм	объемная скорость	продолжительность в час		катализата в % на сырье	кокса в % на сырье	газа в л	d_4^{20}	n_D^{20}	полюсное эополюс
1 (2)	300	атм.	0,27	3,7	79,8	97,7	—	1,0	0,7908	1,4351	0,0
2	350	"	0,266	3,75	79,8	94,0	2,5	3,0	0,7856	1,4361	0,0
3	400	"	0,27	3,7	79,8	87,7	2,75	3,5	0,7680	1,4369	0,0
4	450	"	0,27	3,7	79,8	75,2	2,5	6,0	0,7718	1,4336	2,2
11	450	22,5	0,31	1,5	94,0	87,2	1,0	6,0	0,7792	1,4393	0,0
14	400	24,5	1,31	1,5	107,0	88,7	—	6,6	0,7787	1,4328	0,0

№ ОПЫТА	Н. к. в °С	Н. к.—85°		85—125°		125—135°		135—145°		145—155°		К. к.		Остаток						
		ВЫХОД в %	d_4 ²⁰ нД	ВЫХОД в %	d_4 ²⁰ нД	ВЫХОД в %	d_4 ²⁰ нД	ВЫХОД в %	d_4 ²⁰ нД	ВЫХОД в %	d_4 ²⁰ нД	В °С	ВЫХОД в %	d_4 ²⁰ нД	ВЫХОД в %	d_4 ²⁰ нД				
																	ВЫХОД в %	d_4 ²⁰ нД	ВЫХОД в %	d_4 ²⁰ нД
1 (2)	70,5	0,7	—	1,3890	1,7	0,7514	1,4121	6,0	0,7756	1,4237	10,1	0,7779	1,4266	70,4	0,7995	1,4375	154	5,9	0,8141	1,4490
2	58,0	3,0	0,7065	1,3918	2,8	0,7539	1,4158	6,4	0,7776	1,4260	9,3	0,7821	1,4286	60,7	0,7992	1,4390	153,5	10,9	—	1,4742
3	55,0	6,1	0,6933	1,3881	4,2	0,7555	1,4180	5,5	0,7827	1,4318	6,9	0,7920	1,4340	51,2	0,8018	1,4403	160,0	13,3*	0,8728	1,4945
4	28,0	2,7**	0,7397	1,4058	4,6	0,7727	1,4280	5,7	0,8014	1,4459	5,3	0,8154	1,4532	43,5	0,8036	1,4420	165	13,1***	0,8928	1,5110
11	—	10,3	0,6834	1,3840	8,8	0,7623	1,4225	10,3	0,7874	1,4371	14,8	0,7920	1,4390	30,1	0,8023	1,4410	155	19,5	0,8806	1,5020
14	28,0	10,0	0,6724	1,3824	8,8	0,7579	0,4172	12,1	0,7740	1,4272	27,9	0,7856	1,4290	26,9	0,7987	1,4380	155	12,6	0,8681	1,4919

* Из катализата опыта № 3 выделена еще фракция 155—160° с выходом 2% и константами: d_4 ²⁰ = 0,8260, n_D = 1,4618.

** 2,7% составляет выход фракции 70—85°; кроме нее получена фракция 28—70° с выходом 8,8% и константами: d_4 ²⁰ = 0,7397, n_D = 1,4058.

*** Из катализата опыта № 4 выделена еще фракция 155—165° с выходом 10,2% и константами: d_4 ²⁰ = 0,8526, n_D = 1,4836.

Таблица 3

№ ОПЫТА	Н. к. в °С	до 85°		85—125°		125—130°		130—135°		135—140		К. к. в °С	Остаток			
		ВЫХОД в %	d_4 ²⁰ нД	ВЫХОД в %	d_4 ²⁰ нД	ВЫХОД в %	d_4 ²⁰ нД	ВЫХОД в %	d_4 ²⁰ нД	ВЫХОД в %	d_4 ²⁰ нД		ВЫХОД в %	ВЫХОД в %	d_4 ²⁰ нД	
																ВЫХОД в %
1 (2)	120	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
2	81	0,3	—	0,7674	1,9	0,7810	1,4363	3,3	0,7921	1,4370	2,4	0,8040	1,4472	8,8	0,8767	1,5010
3	64	2,1	0,7648	1,4235	1,5	0,7874	1,4342	2,6	0,7936	1,4390	8,7	0,8010	1,4465	10,6	0,8793	1,5030
4	64	2,0	0,7849	1,4252	2,2	0,7921	1,4397	3,6	0,7956	1,4454	4,6	0,8126	1,4560	13,4	0,8813	1,5065
11	81	0,3	0,7681	1,4410	1,7	0,8072	1,4520	4,1	0,8169	1,4612	4,1	0,8344	1,4728	15,4	0,8750	1,5032
14	62	2,6	0,7564	1,4283	4,7	0,7749	1,4350	14,3	0,7949	1,4452	13,3	0,8051	1,4524	10,5	0,8764	1,5030
				1,4238	5,3	0,7717	1,4284	16,7	0,7811	1,4350	11,1	0,7865	1,4388	12,1	0,8761	1,5055

* Фракция выделена в пределах температуры 147—157°

Значительно больший выход фракций, выкипающих в пределах 125—135° и 135—145°, а также остатка из продуктов, полученных от опытов при повышенных давлениях, чем при атмосферном, указывает на положительный эффект давления в реакции изомеризации.

Для более тщательного исследования продуктов реакции были слиты вместе все фракции катализатора каждого опыта в отдельности, включая и остатки от разгонки катализатора опытов № 1 (2), 2 и 3. Остатки же продуктов фракционирования катализаторов от опытов 4, 11 и 14 не были примешаны к суммам их фракций. Полученные смеси фракций катализатора каждого опыта подвергались дегидрированию на платиновом катализаторе.

Результаты фракционирования продуктов дегидрирования катализаторов и анализа их фракций сведены в таблицу 3. Сопоставление данных таблиц 2 и 3 показывает, что после дегидрирования на платине количество фракций, выкипающих выше 154° (включая остаток), значительно увеличилось. Для большинства опытов это увеличение составляет более 200—250%. Удельные веса, коэффициенты преломления фракций 154—157° и 157—162° (дегидрогенизата), а также температура плавления их тринитро- и трибромпроизводных показывают, что эти фракции состоят из смеси 1, 3, 5- (главным образом) и 1, 2, 4-триметилбензолов. Далее остатки от фракционирования дегидрогенизатов были разбиты на узкие фракции, которые подвергались анализу.

Температура кипения, удельные веса, коэффициенты преломления, а также температура плавления тринитро- и трибромпроизводных выделенных фракций показывают, что остаток в основном состоит из смеси 1, 2, 4 (главным образом) и 1, 3, 5-триметилбензолов.

Таким образом, в процессе превращения изопротилциклогексана на алюмосиликате образование триметилциклогексанов становится очевидным.

Для исследования углеводородного состава были слиты вместе фракции продуктов дегидрирования катализаторов с одинаковыми пределами кипения от опытов 1 (2), 2, 3 и 4. Подобное объединение однотипных фракций производилось отдельно и для фракций продуктов дегидрирования катализаторов от опытов 11 и 14. В обоих случаях сливались только фракции, выкипающие до 147°. Полученные смеси фракций после сульфирования 98% серной кислотой анализировались. Результаты анализа даются в таблице 4.

Таблица 4

Пределы кипения фракции в °С	Дегидрогенизат катализаторов опытов 1 (2), 2, 3, и 4			дегидрогенизат катализаторов опытов 11 и 14				
	сульфируемость 98% серной кислоты, в %	деароматизированный продукт		сульфируемость 98% серной кислоты, в %	Деароматизированный продукт			
		d_4^{20}	n_D^{20}		мол. вес	d_4^{20}	n_D^{20}	мол. вес
85—125	25,5	0,7449	1,4142	} 118	19,5	0,7428	1,4105	} 120,0
125—130	28,0	—	1,4193		17,5	0,7604	1,4182	
130—135	35,0	0,7588	1,4211		25,0	0,7627	1,4215	
135—140	51,0	0,7691	1,4257		31,0	0,7674	1,4251	
140—147	80,0	0,7718	1,4253		58,5	0,7771	1,4256	

Из данных таблицы 4 видно, что основную часть фракции, выкипающей до 130°, составляют алканы. Физико-химические свойства

деароматизированных фракций 130—135°, 135—140° и 140—147° близки к таковым для нафтеновых углеводородов с девятью углеродными атомами в молекуле. Нафтеновыми углеводородами, не поддающимися дегидрированию и обладающими этими свойствами, могут быть 1, 1, 3-триметилциклогексан, ди- и полиалкилзамещенные циклопентаны.

Состав газа опыта 14 (в весовых %)

водорода—0,3; метана—12,0; этана—2,7; этилена—0,5; пропана—14,8; пропилена—0,7; изобутана—44,3; н-бутана—2,7; изобутилена—2,1; н-бутилена—0,9; высших—19,0.

Отсутствие олефинов в жидких и газообразных продуктах реакции и почти полное отсутствие свободного водорода в газе позволяет заключить, что при этом одновременно протекает реакция диспропорционирования водорода. Значительное содержание в газе изобутана показывает, что реакция изомеризации предшествует реакции крекинга, или во всяком случае грани этих двух реакций очень близки.

Резюмируя результаты проведенных экспериментов, можно установить, что алюмосиликат по отношению к цикланам обладает значительной изомеризирующей способностью. Повышение давления положительно действует на реакцию изомеризации. Можно предположить сходство механизмов в реакции изомеризации цикланов на алюмосиликате и под действием хлористого алюминия. Результаты проведенной работы наводят на мысль о наличии связи между преобладающим количеством в нефтях метилированных производных углеводородов, особенно циклических, с изомеризирующим действием природного алюмосиликата в недрах земли на углеводороды нефти.

Выводы

1. Изучена реакция превращения изопротилциклогексана на синтетическом алюмосиликате при температурах 300—450° под атмосферным и повышенным (22,5—24,5 атм) давлениях.
2. Установлено, что алюмосиликат обладает значительной изомеризирующей способностью в отношении нафтеновых углеводородов.
3. Повышение давления способствует процессу изомеризации.
4. Продукты реакции изомеризации изопротилциклогексана состоят из смеси 1, 2, 4- и 1, 3, 5-триметилциклогексанов. Предполагается в продуктах реакции наличие и 1, 1, 3-триметилциклогексана, а также ди- и полиалкилциклопентанов.
5. Наряду с реакцией изомеризации, полиметиленовые углеводороды на алюмосиликате подвергаются дегидрированию в соответствующие ароматические углеводороды, а также разрыву нефтенного кольца с образованием жидких и газообразных парафиновых углеводородов, преимущественно изостроения.
6. Реакция изомеризации цикланов на алюмосиликате может быть объяснена аналогично реакции изомеризации их под действием хлористого алюминия [4].

ЛИТЕРАТУРА

1. К. П. Лавровский, Ю. Л. Фиши и Н. Н. Наймушин—Тр. Института нефти АН СССР, т. 2, 1952, стр. 110—132. 2. Г. Н. Маслянский и Т. С. Берлин—ЖОХ, 16, 1946, стр. 1643. 3. Г. Н. Маслянский, Е. И. Межебовская и Т. С. Берлин—ЖОХ, 16, 1946, стр. 1823. 4. С. Д. Мехтнев—„ДАН СССР“, новая серия, 91, 4, 1953, стр. 849. 5. Greensfelder B., Voge H.—Jnd. Eng. Chem.,—37, 1038, 1945.

Институт нефти
АН Азербайджанской ССР

Поступило 19. III. 1954

ХҮЛАСӘ

Мәгаләдә, изопропилсиклопексанын 300—450°С температурда ади
вә йүксәк (22,5—24,5 атм.) тәзийг алтында синтетик алүмосиликат үзә-
риндә чеврилмәсини өйрәнмәк үчүн апарылмыш тәчрүбәләрин нәти-
чәси верилдир.

Һәмин тәчрүбәләрә әсасән мүййән әдилмишдир ки:

1. Алүмосиликат нафтен сырәси карбоһидрокенләринә изомерләш-
диричи катализатор кими тә'сир әдир.
2. Тәзийгин йүксәдилмәси изомерләшмә реаксиясына көмәк әдир.
3. Изопропилсиклопексанын изомерләшмә мәнсуллары 1, 2, 4 вә
1, 3, 5—триметилсиклопексанлар гарышығындан ибарәтдир. Реаксия
мәнсулларында 1, 1,3—триметилсиклопексанын, һабелә ди-вә полиал-
килсиклопентанларын олмасы күман әдилдир.
4. Изомерләшмә реаксиясы илә янашы оларәг, полеметилен карбо-
һидрокенләриндә алүмосиликат үзәриндә деһидрокенләшмә вә нафтен
һалгасынын парчаланмасы реаксиялары кедир. Һәмин реаксияларын
нәтичәсиндә, мұвафиг оларәг, ароматик вә изогурулушлу парафин
карбоһидрокенләри әмәлә кәлир.
5. Нафтен карбоһидрокенләринин алүмосиликат үзәриндә изомер-
ләшмәсини, һәмин карбоһидрокенләрин алүминиум-хлорид иштиракилә
изомерләшмәси реаксиясы (4) илә изаһ этмәк олар.

Л. М. КОШЕЛЕВА, А. Р. МАМЕДОВА, Б. Ф. ПИШНАМАЗЗАДЕ,
С. З. РЗАЕВА, Г. А. СУЛТАНОВ, А. Х. ХАЛИЛОВ и Ш. Э. ЭЙБАТОВА

О ВОЗМОЖНОСТИ НАЛИЧИЯ СЕМИЧЛЕННЫХ НАФТЕНОВЫХ
УГЛЕВОДОРОДОВ В НЕФТИ

(Предварительное сообщение)

(Представлено действ. членом АН Азербайджанской ССР В. С. Гутыря)

„Присутствие его (суберана—
ред.) в кавказской и других сортах
нефти представляется, таким обра-
зом, весьма вероятным“.

В. В. Марковников [1]

В. В. Марковников, исследуя состав нефтей, впервые установил
строение большого класса углеводородов с общей формулой— C_nH_{2n}
и дал этому классу название „нафтены“. Им выделены из бакинской
нефти циклические углеводороды: циклопентан [2], циклогексан [3]
и другие.

Изучение состава нефтей различными исследователями [1—5]
показало, что в них широко распространены циклопентан, циклогек-
сан и их гомологи.

Однако существование в нефтях углеводородов с семичленным
циклом оставалось до сих пор не доказанным. Обнаружение их в
нефти представляет большой теоретический интерес.

В. В. Марковников в 1902 г., учитывая химические и физические
свойства углеводородов, входящих в узкие фракции (полученные из
нефти), а также устойчивость циклогептана в отношении действия
крепкой азотной кислоты, обработал фракцию, кипящую в пределах
114—118°, азотной кислотой.

Эта фракция была получена в результате тщательной фракциони-
ровки вполне очищенной фракции, полученной из кавказской нефти.

Узкая фракция обрабатывалась последовательно: сначала неболь-
шим количеством азотной кислоты с удельным весом 1,53 при 60°,
затем двумя—тремя объемами HNO_3 в болтушке при температуре не
выше 25—27° до тех пор, пока остаток фракции в дальнейшем не
давал заметного разогревания со свежей порцией кислоты.

После обычных операций (окисление, очистка, сушка) от исходного
сырья осталось около 1% продукта, кипящего, главным образом, при
116—117° с удельным весом $d_4^{20} = 0,7627$.

При действии азотной кислоты углеводороды, содержащие третичные углеродные атомы, т. е. алкилзамещенные циклопентаны и циклогексаны, а также изопарафины, окислялись; не окисленными могли остаться только углеводороды с четвертичными углеродными атомами, парафиновые углеводороды нормального строения и циклогептан.

В. В. Марковников считал, что главная фракция, имеющая температуру кипения 116—117° и удельный вес $d_4^{20} = 0,7627$, содержит, наряду с метановыми углеводородами, еще какой-то нафтеновый углеводород с более высоким удельным весом; судя по точке кипения, последним может быть только гептаметилен.

Исходя из изложенного выше, В. В. Марковников высказал предположение о наличии в нефтях циклогептана.

Однако отсутствие прямых доказательств не дало возможности считать наличие циклогептана в нефти доказанным.

Авторами настоящего сообщения в исследовании индивидуального состава бензина из нефти месторождения "Нефтяные камни" (свита КС) применялась методика, разработанная Институтом органической химии и Физическим институтом им. П. Н. Лебедева Академии наук СССР и описанная в Инструкции по определению состава бензина прямой гонки [6]. После хроматографического отделения природных ароматических углеводородов, дегидрогенизации шестичленных нафтеновых углеводородов над платинированным углем при $300^{\circ} + 2^{\circ}$ и последующего хроматографического отделения вновь образовавшихся ароматических углеводородов выделенная парафино-циклопентановая часть подвергалась четкой ректификации на колонке, эффективностью в 50 теоретических тарелок. Было собрано 15 фракций.

Для установления индивидуального состава отдельных узких фракций был использован метод комбинационного рассеяния света.

Исследование фракций № 12 и 13, выкипающих соответственно в пределах 127—133° и 133—138°С, позволяет считать возможным наличие в них метилциклопентана—метилсуберана. Константы этих фракций приведены в таблице 1.

Таблица 1

№ фракции	Температура кипения фракции, °С, 760 мм	Коэффициент рефракции	Уд. вес
12	127—133	1,4180	0,7505
13	133—138	1,4210	0,7613

Результаты оптического анализа этих фракций методом комбинационного рассеяния света приводятся в таблице 2.

В спектрах обеих фракций на все линии метилциклопентана налагаются линии других углеводородов, входящих в эти фракции.

Поэтому, исходя из анализа фракций 127—133° и 133—138°С невозможно установить с достоверностью наличие в них метилциклопентана содержание которого, как видно из данных эксперимента, должно быть очень незначительным, что и является причиной слабости в спектре фракций даже самых интенсивных линий метилциклопентана ($709, 720 \text{ см}^{-1}$).

С целью устранения наложений на линии метилциклопентана мы разделили фракцию 132—138°С на более узкие фракции 132—134°, 134—135°, 135—136° и 137—138°С.

Оптический анализ этих фракций подтверждает правильность качественного и количественного состава фракции 133—138°С установилось, исходя из анализа последней. Однако этим путем нам не удалось

Таблица 2

№ фракции	Температура кипения фракции, °С, 760 мм	Спектры комбинационного рассеяния света см^{-1} (для фракций в скобках приведены интенсивности линий в 10-бальной шкале)	Углеводороды, найденные оптическим путем	Содержание в весовых %	
				на фракцию	на бензин*
12	127—133	252 (0)	метилциклопентан изопропилциклопентан н-пропилциклопентан 1,1,3-триметилциклопексан транс-1,2-диметилциклопексан 3,3,4-триметилгексан н-октан этилциклопексан 2,3,5-триметилгексан 3,5-диметилгептан	5 8 8 15 10 8 10 12 12 12	0,09 0,14 0,14 0,02 7,16 0,14 0,17 0,21 0,21 0,21
		282 (1)			
		320 (0)			
		331 (0)			
		363 (0)			
		399 (1)			
		443 (0)			
		470 (0)			
		540 (1)			
		724 (1,5)			
746 (1)					
757 (1)					
767 (0)					
791 (1,5)					
799 (1,5)					
881 (0)					
894 (1,5)					
919 (1)					
952 (1)					
967 (0)					
986 (2)					
1012 (1)					
1027 (1)					
1036 (0)					
1058 (1)					
1076 (3)					
1098 (2)					
1128 (0)					
1138 (0)					
1163 (1)					
1174 (2)					
1190 (2)					
1196 (1)					
1218 (0)					
1247 (1)					
1258 (1)					
1289 (2)					
1303 (3)					
1318 (0)					
1342 (1)					
1353 (3)					
1442 (10)					
1457 (10)					
13	133—138	187 (1)	метилциклопентан 2,3-диметилгептан 2,5-диметилгептан 2,6-диметилгептан 4,4-диметилгептан 4-этилгептан 3,3,4-триметилгексан 3-ме-ил-3-этилгексан 2,4-диметил-3-этилпентан н-пропилциклопентан 1,1,3-триметилциклопексан	5 15 15 12 5 6 3 3 5 5 26	0,50 1,51 1,51 1,21 0,50 0,60 0,30 0,30 0,50 0,50 2,62
		252 (0)			
		282 (1)			
		295 (0)			
		316 (3)			
		330 (0)			
		352 (0)			
		364 (1)			
		380 (0)			
		402 (1)			
		424 (2)			
		438 (1)			
		469 (2)			
		536 (0)			
		557 (5)			
575 (5)					
752 (3)					
765 (3)					
835 (2)					
844 (1)					
876 (1)					
900 (1)					
936 (5)					
978 (4)					
1006 (0)					
1033 (4)					
1054 (4)					
1077 (4)					
1103 (0)					
1122 (0)					
1154 (5)					
1163 (5)					
1175 (5)					
1196 (5)					
1221 (3)					
1250 (3)					
1275 (2)					
1184 (4)					
1301 (4)					
1311 (1)					
1344 (5)					
1357 (5)					
1385 (1)					
1446 (10)					
1461 (10)					

* Бензин — от начала кипения до 150°.

устранить наложенный на линии метилциклогептана, ибо несмотря на узость интервалов температуры кипения этих фракций, в них было найдено по 6—7 углеводородов, входящих во фракцию 133—138°C.

Но такое разделение фракции 133—138 на 1—2 градусные фракции позволило несколько изолировать во фракции 132—134°C самую интенсивную линию 709 см^{-1} метилциклогептана, по которой мы оценили возможное количество этого углеводорода в исследуемом бензине (5%).

Однако утроенное значение интенсивности этой линии в спектре фракции 137—138°C согласовывается тем, что в этот интервал попадают (вернее сползают сверху) 3, 3, 4-триметилгексан ($T_k = 140^\circ\text{C}$) и 3-метил-3-этилгексан (141°C), имеющие, в области 705 см^{-1} единственно интенсивные линии 704 см^{-1} и 706 см^{-1} , соответственно.

Несмотря на очень небольшое количество этих углеводородов (по 3% и несмотря на малую вероятность наличия их во фракции 132—134°C, из-за большой разницы в температурах кипения, возможность их присутствия во фракции 132—134 не исключается, что не позволяет отнести линию 709 см^{-1} только к метилциклогептану и считать ее изолированной.

В спектре фракции 127—133°C линия 710 см^{-1} может относиться к метилциклогептану, несмотря на то, что в этом интервале возможно наличие 2,2,3,4-тетраметилпентана, имеющий линию 710 см^{-1} и $T_k = 133^\circ\text{C}$, ибо отсутствие в спектре фракции 127—133°C линии 865 см^{-1} 2,2,3,4-тетраметилпентана, имеющий несколько меньшую интенсивность чем у линии 710 см^{-1} этого же углеводорода, исключает возможность наличия во фракции 127—133°C 2,2,3,4-тетраметилпентана. Следовательно, в спектре фракции 127—133°C линию 710 см^{-1} можно отнести только к метилциклогептану и оценить его количественное содержание.

Таким образом наличие метилциклогептана в исследованном бензине можно считать вполне возможным, но пока неустановленным с достоверностью.

Спектры для количественного и качественного анализов были получены на трехпризменном спектрографе ИСП-51 с камерой, которая имеет фокусное расстояние 270 мм; при этом применялись фотопластинки с маркой „для научных целей“ отечественного производства (фабрика № 2).

Спектры возбуждались линией 4358 \AA ртутной лампы ПРК-2.

Для нанесения марок почернения мы применяли 8-ступенчатый ослабитель и флуоресцирующий раствор сернистого хинина (с концентрацией $5 \cdot 10^{-5}\text{ г/мл}$) и серной кислоты.

Для контроля флуоресцирующего раствора применялась лампа накаливания с прямой вольфрамовой нитью, цветовая температура которой (по измерениям Всесоюзного светотехнического института) составляет 2220°K .

Для количественного анализа спектры были получены при ширине щели спектрографа $0,025\text{ мм}$ и измерены при стандартизации условий съемки фракций, эталонных веществ и обработки спектрограмм.

Эталонными веществами были взяты метилциклогексан и циклогексан.

Частоты линий комбинационного рассеяния света рассчитаны по формуле Гартмана.

Количественное содержание отдельных углеводородов во фракциях

и в бензине определялось по измеренным значениям интенсивности изолированных линий данного углеводорода.

Интенсивность линий в максимуме измерялась на микрофотометре МФ-2.

По данным М. Б. Туровой-Поляк и П. Л. Раппопорт [7], метилциклогептан при неоднократном пропускании над платинированным углем при $305\text{—}310^\circ$ претерпевает контактное превращение с образованием диметилциклогексана с последующей дегидрогенизацией его в ксилол.

Указанными авторами исследована также изомеризация метилциклогептана под действием хлористого алюминия при 50° ; при этом получен диметилциклогексан.

Исходя из сходства действия таких катализаторов, как хлористый алюминий и алюмосиликаты, можно сделать заключение, что если в нефти и есть алкилсубераны, то количество их будет мало, так как в условиях генезиса нефти можно ожидать превращений циклогептанов в циклогексановые углеводороды под действием природных катализаторов.

Работой С. И. Хромова, Е. С. Беленковой и Ф. А. Акишина [8] впервые было установлено, что контактные превращения метилциклогептана над платинированным углем при температуре 320° идут с образованием значительных количеств 1,1-диметилциклогексана, а также определенных количеств толуола о-, м-, п-ксилолов и этилбензола.

Химический состав нефтей зависит от температурных условий ее образования. Используя это наблюдение, А. В. Фрост [9] и С. Н. Обрядчиков [10] дают возможность на основании химического состава бензинов количественно оценить температурные условия образования нефти (приблизленно).

Используя их данные и зная углеводородный состав бензина из нефти месторождения „Нефтяные камни“ (свита КС), мы подсчитали, что эта нефть образовалась при низких температурах, что, вероятно, способствовало сохранению метилциклогептана в исследуемой нефти.

Обсуждая приведенные литературные данные, мы можем сделать следующее заключение:

Согласно теории напряжения связей между углеродными атомами, углеводороды, входящие в состав нефтей, стремятся перейти в более устойчивые формы.

Наличие в исследованных до сих пор нефтях [11] 1,1-диметилциклогексана, других диметилциклогексанов, этилциклогексана, ксилолов, этилбензола может рассматриваться как следствие природной изомеризации метилциклогептана.

Причины ненахождения метилциклогептана в других, ранее исследованных нефтях, можно объяснить малым его содержанием в нефтях или же превращением его (при подготовке к анализу в процессе дегидрогенизации) в углеводороды нафтеновые с шестичленным циклом или ароматические.

Благодаря неполной дегидрогенизации парафино-нафтеновой части бензина нам, повидимому, удалось сохранить некоторое количество метилциклогептана в неизменном виде в катализате.

Принимая во внимание современный взгляд на происхождение нефти, образование семичленных нафтеновых углеводородов в нефти можно объяснить превращением алкалоидов, которыми богаты растения.

В настоящее время продолжается работа по накоплению соответствующих узких фракций с целью доказательства химическими методами наличия метилциклогептана в нефти.

Результат этой части исследования будет опубликован дополнительно.

В заключение мы выражаем благодарность члену-корреспонденту Академии наук СССР В. С. Гутыря и действительному члену Академии наук Азербайджанской ССР Ю. Г. Мамедалиеву за участие в обсуждении полученных результатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. В. Марковников—ЖРФХО, т. 34, 1902, стр. 917—918. 2. В. В. Марковников, В. Оглоблин—ЖРФХО, т. 15, 1883, стр. 237—307. 3. В. В. Марковников, Спади—ЖРФХО, т. 20, 1888, стр. 118; т. 30, 1898, стр. 151.
4. Ф. Ф. Бельштейн А. А. Курбатов—ЖРФХО, т. 12, 1880, стр. 185, 307; т. 15, 1883, стр. 5. 5. А. Д. И. Менделеев—ЖРФХО, т. 14, 1882, стр. 54; т. 15, 1883, стр. 3.
6. Г. С. Лансдберг, Б. А. Казанский, П. А. Бажулин, М. Л. Батуев и др.—Комплексный метод детализированного исследования индивидуального состава бензинов. Гостоптехиздат, 1949. 7. М. Б. Турова-Поляк и П. Л. Раппопорт-ЖОХ, т. 13, в. 4—5, 1943, стр. 354. 8. С. И. Хромов, Е. С. Беленкова, П. А. Акишин—Ученые записки МГУ, в. 5, 1951, стр. 265. 9. А. В. Фрост—НХ, № 3—4, 1946, стр. 36. 10. С. Н. Обрядчиков—НХ, № 3—4, 1946, стр. 39.
11. Тр. Всесоюзного совещания по химии и переработке нефти, 1953, стр. 29, 30, 133—134.

Институт нефти АН Азерб. ССР
Институт физики и математики АН Азерб. ССР

Поступило 12. III.1954

Л. М. Кошелова, А. Р. Маммадова, Б. Ф. Пишнамаззаде, С. З. Рзаева,
Н. Э. Султанов, Э. Х. Халилов ва Ш. Э. Нейбетова

Еддүзвлү нефтен карбогидрогенлеринин нефтдә ола билмәси һаггында

ХУЛАСӘ

В. В. Марковников һәлә 1902-чи илдә Гафгаз нефтләрини тәдгиг этдийи заман, нефтин тәркибиндә еддүзвлү нефтен карбогидрогенләри (суберанлар) ола биләчәйини гәйд этмишди. Лакин онларын нефтдә олуб-олмамасыны сүбүт этмәк үчүн дәгиг үсул олмадығындан бу мәсәлә индийәдәк ачыг галмышдыр.

Биз, ССР И Элмләр Академиясынын Үзви кимя вә Физика институтлары тәрәфиндән лайиһә шәклиндә һазырланмыш Бензинләрин фәрди тәркибинин тәйин әдилмәсинә даир тәлиматә әсасән Бақыда Нефт дашларынын „КС“ тәбәгәсиндән чыхарылан нефтин бензинини тәдгиг әдәрәк, 12 вә 13 №-ли фраксияларда метилсиклоһептанын—метилсуберанын варлығынын мүмкүн олмасыны айдынлашдырдыг. Һәммин фраксияларын константлары мәгндә 1-чи чәдвәлдә, оптики анализ васитәсилә онларда тапылмыш карбогидрогенләр исә 2-чи чәдвәлдә көстәрилди.

Тәдгигат нәтижәсиндә мүййән әдилди ки, Нефт дашларында чыхарылан нефт, ашағы температурларда әмәлә кәлмиш нефтләрдәндир. Бу мәгаләдә, Нефт дашларынын „КС“ тәбәгәси нефтиндә метилсиклопентанын тапылмасы илә әлагәдар олараг, башга нефтләрдә онун тапылмасы сәбәбләри вә сиклоһептан карбогидрогенләринин әмәлә кәлмәси йоллары һаггында мүййән фикир ирәли сүрүлмүшдүр. Һазырда Нефт дашлары нефтиндә метилсиклоһептанын варлығыны ким-йәви үсулла сүбүт этмәк үчүн айрыча тәдгигат апарылыр.

ГЕОЛОГИЯ

М. Г. АГАБЕКОВ

ХАРАКТЕР НЕФТЕЗАЛЕЖЕЙ В ПОДКИРМАКИНСКОЙ И КАЛИНСКОЙ СВИТАХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НАПРАВЛЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ МОЩНОСТИ, ТЕКТониКИ И СТЕПЕНИ РАЗМЫВА СКЛАДОВ

(Представлено действ. членом АН Азербайджанской ССР Ш. А. Азизбековым)

В ряду прочих горизонтов разреза продуктивной толщи Апшеронского полуострова подкирмакинская свита (ПК) оказывается, как показали исследования, довольно капризной в смысле ее нефтенасыщения. Так, в одном районе отмечается сильное насыщение ПК, в другом—слабое, в третьем нефть в ней совершенно отсутствует и, наконец, в ряде районов отсутствует даже и сама свита. Поистине, что такой изменчивый характер ПК заставляет геологов задумываться над выяснением причин этого явления, тем более, что значительная часть нефти, добываемой объединением „Азнефть“ получается именно из этой свиты.

Подавляющее большинство геологов стремится видеть эти причины в наличии, однапиризма, тогда как в нашем понимании диапиризм в данном вопросе почти никакой роли не играет. Многими геологами на основании фактического материала доказано, что продуктивная толща налегает на слои понтического яруса трансгрессивно и что отложению продуктивной толщи предшествовали проявления крупной, вполне отчетливой орогенической фазы, получившей название „Восточно-Кавказской“. Естественно, поэтому, что ПК, которая во многих случаях является подошвой продуктивной толщи, может отсутствовать в ряде районов не благодаря проявлению диапиризма, а в результате совпадения процессов складкообразования с одновременной седиментацией.

В этом отношении разведочные работы, проведенные геологами К. Магатаевым и И. Меликовым по изучению распространения и нефтеносности ПК в северной части Апшеронского полуострова, дают чрезвычайно ценный материал.

В данной статье мы стремимся высказать свои соображения по затронутому вопросу, иллюстрируя их рядом схематических профилей, отражающих определенные структуры, которые могут встретиться в известных нам районах Апшеронского полуострова.

I случай. Простираение антиклинали совпадает с направлением линий равных мощностей, при этом уменьшение мощностей происходит

в направлении от крыла к своду, и нулевая линия проходит вблизи свода. В случае, если ПК эрозией не выведена на дневную поверхность, залежи нефти надо искать на одном крыле, вплоть до свода складки (рис. 1, а) (восточное окончание бинагадинской антиклинали).

При глубоком размыве подобной складки мы увидим несоответствие крыльев: на одном крыле ПК будет выходить на дневную поверхность, а на другом крыле ее не будет (рис. 1, б).

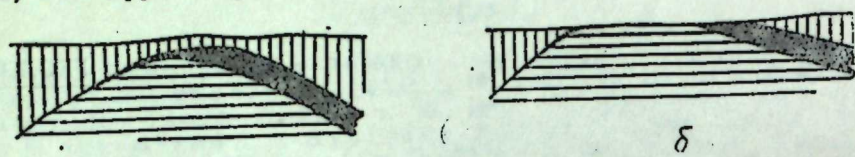





Рис. 1

-  слой продуктивной толщи выше ПК
-  слой ПК и калинской свиты (Кас)
-  подстилающие слой продуктивной толщи

II случай. ПК (рис. 2, а) отложилась на далеком восточном крыле складки (подобно сулутепинской) и выклинивается в западном направлении к своду, поскольку линии равных мощностей ПК, параллельные простиранию складки, вообще не достигают ее присводовой полосы (так же залегает и калинская свита в складках Старого Кала, Сураханов и т. д.).

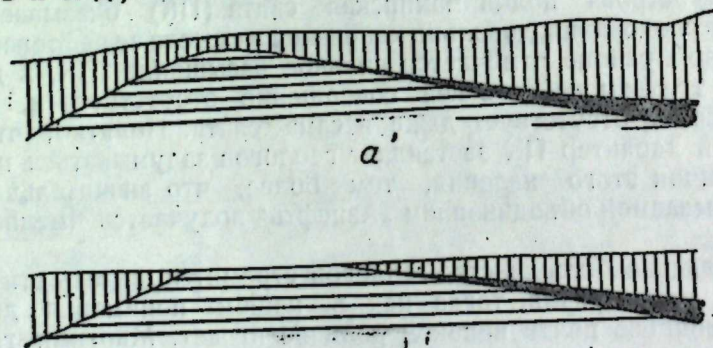


Рис. 2

В этом случае мы будем иметь стратиграфическую залежь на далеком крыле складки, выклинивающуюся в направлении восстания пластов. В этих условиях возможно, что при глубоком размыве складки в своде ее на дневную поверхность будет выведен подстилающий ПК понт, а подкирмакинская свита все же останется погребенной на крыле (рис. 2, б).

III случай. Антиклинальная складка в процессе ее формирования захватила своими крыльями подкирмакинскую свиту в части, близкой к выклиниванию последней. Иначе говоря, уменьшение мощности свиты происходит в направлении от одного крыла к другому, т. е. свита постепенно уменьшается в мощности, если идти по восстанию одного крыла, затем по своду, а далее по погружению другого крыла (рис. 3, а). Примером может служить кирмакинская складка.

В случае, если ПК остается погребенной и не выведена эрозией на дневную поверхность, то залежь нефти возможна как на своде,

так и на обоих крыльях складки, и мы будем иметь здесь дугообразно изогнутую клинообразную залежь, подпираемую пластовой водою лишь с той стороны, куда растет мощность свиты. При размыве складки (рис. 3, б) ПК будет выступать на обоих крыльях ее; при этом большую вероятность в смысле сохранения нефтяной залежи, будет, конечно, иметь крыло, на котором с погружением слоев мощность свиты увеличивается. Вероятность сохранности залежи на противоположном крыле, где ПК с погружением выклинивается, будет, естественно, гораздо ниже.

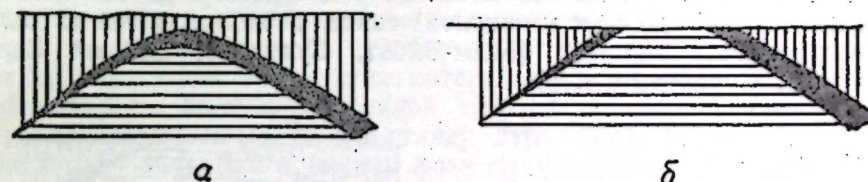


Рис. 3

IV случай. Простирание складки параллельно к направлению линии равных мощностей ПК. В этом случае (рис. 4, а) профиль вкrest простирания будет иметь почти постоянную мощность подкирмакинской свиты с незначительными значениями на крыльях („Нефтяные Камни“ и частично Кара-Чухур).

При эрозии (рис. 4, б) ПК будет также выступать на обоих крыльях складки; вероятность сохранения нефтяной залежи оказывается одинаковой для обоих крыльев (о. Жилой), если нефть не будет отсутствовать в них вследствие улетучивания легких частей при денудации.

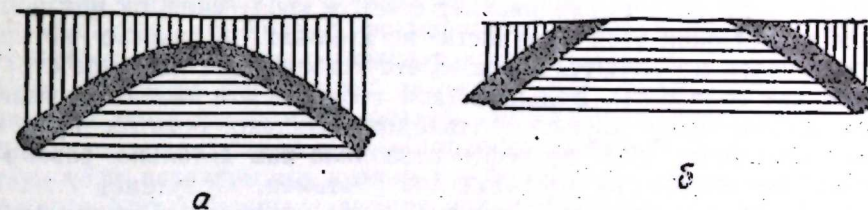


Рис. 4

V случай. ПК отлагалось в условиях, когда складка уже частично была оформлена и приподнята, потому и свод ее представлял собой нечто вроде острова (или во всяком случае центра подводного размыва) на периферии которого шло осадконакопление. В этом случае ПК будет первично отсутствовать на своде складки и появится на крыльях, увеличиваясь при этом в направлении их падения.

При погребенной ПК будут иметь место две изолированные залежи, расположенные на крыльях складки (рис. 5, а). Северная часть о. Артема, Мардакяны, Бузовны, Банка Дарвина, Банка Апшеронская, Биби-Эйбат.

При эрозии возможен случай, когда на дневной поверхности в своде складки будут выступать отложения понта, а ПК останется погребенной, сохраняя тем самым и залежь нефти (рис. 5, б).

При более глубокой эрозии ПК появится на дневной поверхности на обоих крыльях складки, и тогда нефтесодержащие возможности ее значительно уменьшаются (рис. 5, в).

Профили, приведенные на рис. 1 и 3, отвечают критериям тектонических структур Апшеронского полуострова—Бинагадинской и Кирмакинской складкам. Профили, показанные на рис. 4 и 5, пока не могут быть прямо сопоставлены с известными нам структурами; существование подобных типов теоретически, однако, вполне вероятно, поэтому не исключена возможность, что они могут быть установлены в будущем в результате дальнейших разведок. И, наконец, наиболее распространен профиль, приведенный на рис. 2, к типу которого принадлежат почти все структуры южной и восточной частей Апшеронского полуострова. С этим типом связан ряд стратиграфических залежей в подкирмакинской (и калинской) свите, расположенной на далеких погружениях крыльев (Биби-Эйбат, Сулутепе, Старый Кала, Кара-Чухур, Сураханы и т. д.).

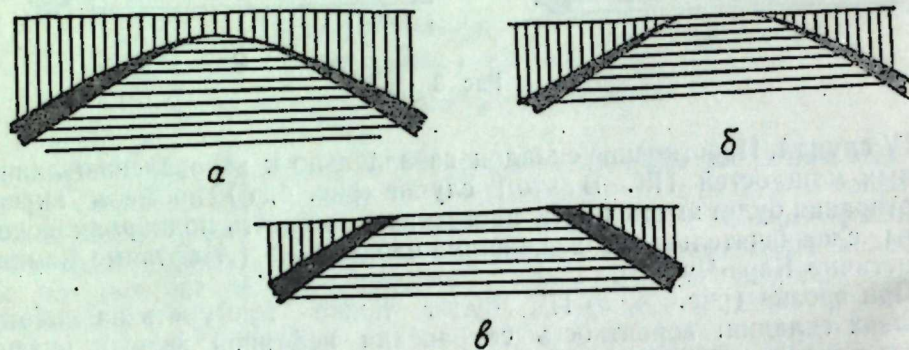


Рис. 5

Профили, подобные приведенным нами, дают уменьшающуюся мощность (или даже выклинивание) свиты к своду складок при постепенном возрастании этой мощности на крыльях, в разрезе которых в ряде случаев появляются и новые, отсутствовавшие на своде стратиграфические горизонты. Большинство геологов эти явления приписывали диапировому характеру складок. Однако богатая практика геолого-поисковых работ на нефть позволила нам детально разобраться в строении некоторых из этих складок (Фатьман, Сулутепе, Аташкя-Шабандагской и т. д.), разбуренных многочисленными скважинами. Этот разбор позволяет утверждать, что указанные явления обусловлены исключительно параллельностью процессов осадконакопления и ростом подобных складчатых структур.

Институт геологии им. акад. И. М. Губкина
АН Азербайджанской ССР

Поступило 6. IV. 1954

М. Н. Агабейов

Гырышларын галынлыгы, тектоникасы вэ ююлма дэрэчэсинин дэйишилмэсиндэн асылы олараг кирмэкиалты вэ гала лай дэстэлэриндэ нефт ятагларынын ерлэшмэси характери

ХУЛАСЭ

Тэдгигат кэстэрдийи кими, Абшерон ярымадасынын мэхсулдар гатынын кеоложи кэсийиндэ башга тэбэгэлэр ичэрисиндэ кирмэкиалты лай дэстэси (КЛ) вэ гисмэн гала лай дэстэси (ГЛ) нефтлэ доюмлулуг

чэхэтдэн мэхтэлиф характерлидир. Мэсэлэн, бэ'зи ерлэрдэ бу лай дэстэси нефтлэ артыг дэрэчэдэ доймушдур, башга ерлэрдэ аз нефт-лидир, бир сыра гырышларда һэмин лай дэстэсиндэ нефт һеч йохдур, нәһайэт бэ'зи нефт ятагларында бу лай дэстэсинин һеч өзү дэ раст кэлмир. Кирмэкиалты лай дэстэсинин белэ мэхтэлиф характерли олмасынын сәбәби кеоложи эдәбийятда һэлэ индийэдэк кифайэт гэдэр айдынлашдырылмамышдыр. Бунун айдынлашдырылмамысы бир дэ она көрә лазымдыр ки, Азәрнефт Бирлийинин үмуми нефт һасилатынын бөйүк бир фаизи мэхз бу лай дэстэсиндэн алындыр.

Кеологларын эксэриййэти бунун сәбәбини нефт ятагларында диопризм һадисэси илә изаһ этмэйэ чалышырлар. Зэинимизчэ, диопризм гурулушу бу мэхсэлэлэрдэ һеч бир рол ойнамамышдыр. Бир сыра кеологлар элдэ этдикләри фактик материал асасэн сүбүт этмишлэр ки, мэхсулдар гат понт мэртэбэсинин тэбэгэлэри үзэриндэ трансгрессив сурэтдэ ятым салмыш вэ мэхсулдар гатын чөкүнтүлэри эмэлэ кэлмэдэн эввэл бөйүк бир орокеник фаза олмуш, йә'ни дағ эмэлэ кэтирмэ гүввэлэри баш вермишдир. Бу фазая „Шэрги Гафгаз фазасы“ дейилир. Буна көрә дэ айдындыр ки, бир сыра һалларда мэхсулдар гатын алт һиссэсини (дабаныны) тэшкил эдэн кирмэкиалты лай дэстэсинин олмамасы, бэ'зи һалларда исэ ятағын таван һиссэсиндэ энсиз олуб, ганадларында исэ галынлашмасы диапризм нәтичэсиндэ дейил, гырыш эмэлэ кэтирмэ просеси илә седиментасия просесинин бир заманда баш вермэси илә элагэдардыр.

Бу мэхалэдэ 5 типли антиклинал гырыш эмэлэ кэлмэси сәбәбләри айдынлашдырылыр вэ онлардан һэр биринэ аид бир мисал олараг Абшерон ярымадасынын нефт ятагларында айры-айры гырышлар кэстэрилир. Бундан башга, онларын эмэлэ кэлмэси дэ нэзэри сурэтдэ асасландырылыр. Кирмэкиалты вэ гала лай дэстэлэринин мүэййән ятагларда олмасы һэмин гырышларын эмэлэ кэлмэси илә элагэдардыр.

Мэхалэдэ вердийимиз профиллэр бир сыра һалларда гейд этдийимиз лай дэстэсинин кет-кедэ назикләшдийини вэ я һэтта гырышларын таван һиссэсиндэ олмадығыны, ганадларда исэ тэдричән галынлашдығыны айдын кэстэрир. Ганадларын тавандан узаг һиссэлэриндэ бир сыра һалларда таван һиссэсиндэ тэсадүф эдилмэйән ени стратиграфик һоризонтлар ортая чыхыр. Кеологларын эксэриййэти бу һадисэлэрин сәбәбини, нефт ятагларынын диапир гурулушлу олмасы илә изаһ эдирлэр. Һалбуки Абшерон ярымадасында чохлу мигдарда газылмыш гуюлара асасэн мә'лум олмушдур ки, индийэдэк бэ'зи нефт ятагларынын, о чүмлэдэн Фатмайы, Бинэгэди, Сулутэпэ, Атэшкәһ, Шабандағ вэ санрәнин бир сыра кеологлар тэрэфиндэн диапир гурулушлу гырышлар аид эдилмэси фикри тамамилэ янлышдыр.

Апардығымыз тэдгигат тэсдиг эдир ки, бу һадисэлэр ялынз чөкүнтү топлама просесләри илә белэ гырышлы структураларын инкишафынын паралел кетмэси нәтичэсиндэ баш вермишдир.

Г. П. ТАМРАЗЯН

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ РЕВОЛЮЦИИ И КОСМИЧЕСКАЯ ЖИЗНЬ ЗЕМЛИ

(Представлено действ. членом АН Азербайджанской ССР Ш. А. Азизбековым.)

Одной из важнейших и основных проблем геологии является проблема геотектонического развития земной коры. Разрешение этой труднейшей проблемы позволит проникнуть в тайны тектонических явлений, выявить ту движущую силу, которая обуславливает направленный процесс развития земной коры. Известно, однако, что геология еще не знает соответствующей геотектонической теории, которая могла бы удовлетворительно объяснить процесс развития структуры Земли. Вместе с тем выявлен целый ряд закономерностей направленного развития планеты; в частности, установлены важные закономерности складкообразования в истории сналь [2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 11, 12].

Сущность тектонической эволюции сналь состоит, как это правильно отметил Н. М. Страхов [8], в потере ею способности к складкообразованию и в приобретении свойств жесткой малоподвижной платформы. При этом превращение геосинклинальных зон в платформенные происходило не сразу на всей площади их; а последовательными волнами, каждая из которых сопровождалась ликвидацией отдельных, ограниченных по площади участков первичной геосинклинальной территории. Эти волны образовали естественные этапы тектонической эволюции снальной оболочки, именуемые обыкновенно тектоническими этапами. В постальгонское время выделяются три таких этапа: каледонский, герцинский и альпийский. Изменения в земной коре происходят непрерывно, но наибольшая интенсивность их приурочивается к определенным и в то же время относительно непродолжительным интервалам тектонических этапов. Этим, как говорят, циклам дислокаций соответствуют циклы эрозии и оледенений. Оказалось далее, что тектонические этапы имеют важнейшее значение в процессах осадконакопления и отражаются в процессах вулканизма, изменения климата, эволюции органического мира и т. д. Следовательно, тектонические этапы представляют реальные этапы историко-геологического процесса, имеющие многосторонние формы своего проявления.

Значение тектонических этапов, как естественных подразделений истории Земли, подчеркивается еще тем, что все три постальгонских тектонических этапа имеют, примерно, одну и ту же продолжительность: в среднем по 170.000.000—200.000.000 лет.

Спрашивается, случайно ли, что все три постальгонские тектонические этапы по своей продолжительности примерно одинаковы и слу-

чайню ли, что продолжительность каждого этапа составляет в среднем около 185.000.000 лет? Разумеется, что нет.

Геотектонические гипотезы не могли объяснить одинаковую длительность тектонических этапов, и тем более ни одна из них никогда не могла объяснить, почему длительность эта выражается именно приведенным выше числом (185.000.000 лет), а не каким-либо другим, резко отличным от него. Более того: ни одна из предложенных геотектонических гипотез даже не ставила этого вопроса.

Процессы, касающиеся геотектонического развития всей Земли и потрясавшие и изменявшие ее, обыкновенно рассматривались независимо от положения Земли в пространстве и независимо от действия окружающих тел и взаимодействия с окружающими явлениями. Некоторые попытки учесть влияние внешнего воздействия имели место, но они были поверхностными и далеко недостаточными для рассматриваемого вопроса (например, неоднократно ссылались на приливно-отливные волны, создаваемые притяжением Луны и Солнца).

Между тем, материалистическая диалектика учит нас, что ни одно явление в природе не может быть понято и расшифровано, если рассматривать его в изолированном виде, вне связи с окружающими явлениями и что любое явление в любой области природы может быть превращено в бессмыслицу, если его рассматривать вне связи с окружающими условиями и событиями, в отрыве от них [1]. В пренебрежении основным положением материалистической диалектики и состоит главная причина того, что до сих пор геотектоника не имеет теории, полностью отвечающей действительности.

Вместе с тем материалистическая диалектика неустанно повторяет, что любое явление может быть понято и обосновано, если оно рассматривается в его непрерывной связи с окружающими явлениями и событиями, в его обусловленности от окружающих явлений и событий.

С этой точки зрения важнейшее значение имеет, прежде всего, крупнейшее открытие в области звездной астрономии, а именно вращение Галактики. Оказалось, что наша Галактика вращается и что звезды (и в частности, Солнце), входящие в нашу Галактику, обыкновенно движутся вокруг центра Галактики. Вместе с тем детальные исследования показали, что в Галактике имеется огромное количество больших масс материи, прогрессивно увеличивающихся по направлению к галактической плоскости, вблизи которой наблюдается особо высокая концентрация их. Оказалось также, что распределение звезд в общем симметрично по отношению к галактической плоскости и количество их возрастает в направлении галактического центра. Таким образом, материя в виде звезд или рассеянного газового и пылевого вещества распределена в основном в очень плоском слое весьма небольшой толщины, в центре которого находится массивное ядро, значительно вытянутое в галактической плоскости и заключающее в себе около одной трети всей галактической массы.

Следовательно, в галактической плоскости, в которой располагается резко преобладающая масса всей галактической материи, небесное тело находится под действием несравненно более значительного гравитационного поля, чем в случае, если оно находится вне (вдали) галактической плоскости. Так как солнечная система большую часть времени пребывает вне галактической плоскости, то вполне ясно, что установившееся равновесие в Земле в основном обуславливается ее внутренними силами. Когда же солнечная система пересекает галактическую плоскость, то каждый ее член (например, Земля) попадает в полосу сильного гравитационного поля, которое не может не оказать

влияния на фигуру входящего в него небесного тела¹. Однако это влияние будет зависеть от агрегатного состояния небесного тела: чем тверже небесное тело, тем меньше будет меняться его форма [5]. Изменение формы небесного тела будет состоять в некотором удлинении (выпячивании) его в направлении галактической плоскости. Для одного и того же тела наибольшее выпячивание будет в случае совпадения плоскости вращения небесного тела с галактической плоскостью. Плоскость вращения Земли составляет значительный угол с галактической плоскостью, что несколько осложняет рассматриваемое явление.

Итак, Земля при подходе к галактической плоскости изменяла фигуру равновесия; при прохождении через нее она была в наибольшей мере деформирована; после прохождения Земля вновь восстанавливала свою прежнюю форму и ранее приподнятые участки земной коры опускались, а опущенные участки приподнимались. Все это приводило к перемещению больших масс вещества в Земле, следствием чего явились сложные процессы тектогенеза.

Солнечная система не раз проходила через галактическую плоскость в силу чего процессы тектогенеза должны были неоднократно повторяться. При этом естественно, что продолжительность тектонического этапа примерно была такова, как и период обращения солнечной системы в Галактике. Как известно (П. П. Паренга), продолжительность обращения солнечной системы в Галактике составляет примерно около 180.000.000—200.000.000 лет [10]. Как раз таким же числом выражается длительность тектонического этапа. Это, разумеется, не случайное совпадение, а закономерное явление. Постепенное (от этапа к этапу) увеличение галактической орбиты Солнца приводило к удлинению тектонического этапа, постепенное же отвердение Земли приводило к ослаблению тектогенеза со временем².

Уже первые пересечения галактической плоскости привели к тому, что в развитии Земли выработался определенный ритм, который впоследствии мог быть поддержан достаточным образом уже и при более слабом гравитационном поле галактической плоскости.

Солнечная система, двигаясь по своей галактической орбите и переходя из одного галактического полушария в другое, дважды пересекает галактическую плоскость. Поэтому внутри тектонического этапа, (продолжительностью около 185.000.000 лет) должна быть еще одна крупная фаза диастрофизма. Если солнечная система при втором пересечении галактической плоскости находилась значительно дальше от галактического центра, чем при первом пересечении, то промежуточный диастрофизм, ввиду более слабого гравитационного поля, был бы менее интенсивен, чем основной. Историческая геология знает примеры подобных промежуточных и относительно слабых фаз диастрофизма. Так, например, в альпийском тектоническом этапе выделяются

¹ Надо отметить, что современное распределение материи в Галактике нельзя механически переносить на миллиарды лет в прошлое и на основе современного гравитационного поля Галактики производить соответствующие вычисления, результаты которых, разумеется, не могут быть приложимы к прошлому, ибо неправильные предположения приведут и к неправильному заключению.

Вспомним как великий наш соотечественник акад. А. Н. Крылов, известный своими успешными приложениями математики к вопросам кораблестроения и мореплавания, часто приводил слова, сказанные английским геологом Гексли: „Математика, подобно жернову, перемалывает то, что под него засыпают, и как, засыпав лебеду, вы не получите пшеничной муки, так, исписав целые страницы формулами, вы не получите истины из ложных предположений“.

² Впрочем, вовсе не обязательно, чтобы галактическая орбита Солнца была эллипсом, она может быть (повидимому так и есть) весьма сложной и незамкнутой кривой (например, спиралью), что, однако, не меняет сущность рассматриваемого явления.

тихоокеанские дислокации, в особенности отчетливо проявившиеся в Америке.

Вместе с тем легко подсчитать, что солнечная система в последний раз прошла через галактическую плоскость примерно в среднеэоценовую эпоху, когда Земля претерпевала наиболее интенсивную фазу альпийского диастрофизма.

Предложенные до сих пор геотектонические гипотезы отражали процесс абстрактного познания противоречивых сторон предмета, рассматриваемых без связи между собой как нечто самостоятельное. Мы сделали попытку обнаружить внутреннее диалектическое единство изучаемого предмета и ранее разобщенные и познаваемые порознь противоположные стороны предмета и явления представить в своем диалектическом единстве. Легко убедиться, что обыкновенно в основе каждой из предложенных гипотез находилась какая-либо одна из сторон геотектонического процесса. Так, например, поднятие земной коры (вытягивание планеты) при прохождении Земли через галактическую плоскость и последующее горизонтальное движение пород наружу от области наибольшего поднятия получили свое отражение в гипотезе поднятия; точно так же поднятие земной коры в одних местах с образованием выпуклостей („геотуморов“) и прогибание в других местах с образованием впадин („геодепрессий“) и впоследствии движение горных пород под влиянием силы тяжести получили свое отражение в гравитационной (колебательной) и волновой гипотезах; медленные течения, возникавшие при этом в подкоровом веществе с образованием восходящих потоков в зону поднятий и впоследствии нисходящих растекающихся потоков с некоторым сминанием коры в складки, получили свое отражение в группе гипотез магматических течений; стремление Земли и ее коры к изостатическому равновесию после ее деформации в галактической плоскости получило свое отражение в группе изостатических гипотез, а также отчасти в гипотезе радиоактивных циклов; перемещение значительных масс вещества планеты, а в эпоху ее раннего развития также не вполне тогда твердой земной коры получило свое отражение в гипотезах, допускающих горизонтальное перемещение материков; периодически повторяющиеся всеобщие растяжения и сжатия земной коры, происходящие при деформации планеты и связанные с периодическим пересечением галактической плоскости, получили свое отражение в пульсационных гипотезах; наконец, независимое от обрисованного нами механизма тектогенеза стяжение земной коры, в результате естественного охлаждения небесного тела получило отражение в гипотезе контракции.

Контракция и обрисованный нами процесс изменения планеты в Галактике—вот два независимых и в то же время тесно переплетающихся между собой фактора геотектонического развития Земли.

Когда в контракционную гипотезу стали вводить серьезные поправки, учитывающие (хотя и не конкретно и подсознательно) влияние именно внешних космических сил (процессы так называемого расширения), то созданный таким образом пульсационная гипотеза (В. А. Обручев) стала правильно освещать процессы геотектогенеза, указывающие на скачкообразное развитие Земли.

Развиваемая нами *космогеотектоническая* гипотеза в наилучшей мере объясняет установленные закономерности непрерывно-прерывистого складкообразования и истории развития земной коры. Все многообразие историко-геологического процесса получает свое естественное логическое объяснение в рамках этой гипотезы¹.

¹ Данная заметка была представлена в „ДАН СССР“ еще в 1947 г., однако тогда воздержались от опубликования ее.

ЛИТЕРАТУРА

1. И. В. Сталин—О диалектическом и историческом материализме. Вопросы ленинизма. Госполитиздат, Изд. 11-е, 1939.
2. А. Д. Архангельский—Геологическое строение и геологическая история СССР. Госгеолиздат, т. I, 1947; т. II, 1948.
3. В. В. Белоусов—Общая геотектоника. Госгеолиздат, 1948.
4. А. А. Борисяк—Курс исторической геологии. Горногеолнефтеиздат 1934.
5. Гутенберг—Строение Земли. ОНТИ, 1935.
6. И. В. Мушкетов и Д. И. Мушкетов—Физическая геология. ОНТИ, т. I, 1935.
7. В. А. Обручев—Образование гор и рудных месторождений. Изд. АН СССР, 1931.
8. Н. М. Страхов—Основы исторической геологии. Госгеолиздат, часть I и 2, 1948.
9. М. А. Усов—Структурная геология. Госгеолиздат, 1940.
10. В. Г. Фесенков—Современные представления о Вселенной. Изд. АН СССР, 1949.
11. В. Е. Ханн—О непрерывно-прерывистом течении тектонических процессов. „Изв. АН СССР“, серия геол. № 6, 1950.
12. Н. С. Шатский—О длительности складкообразования и о фазах складчатости. „Изв. АН СССР“, серия геол. № 1, 1951.

Институт геологии им. акад. И. М. Губкина
АН Азербайджанской ССР

Поступило 15. II. 1954

Г. П. Тамразян

Ер күрәсиндә баш верән кеоложи ингилаблар вә онун кечирдийи ко́смик һәят

ХҮЛАСӘ

Кеолокия элминин ән мұһүм вә әсас проблемләриндән бири, Ер габығынын кеотектоник инкишафы проблемидир. Бу чәтин проблемин һәлл әдилмәси тектоник һадисәләрин сиррини айдынлашдырмаға вә Ер габығынын инкишафы просесинә тәсир эдән гүввәләри үзә чыхармаға имкан верәр. Лакин мә'лумдур ки, кеолокия элми Ер күрәсинин структурасынын инкишафы просесини гәнаәтбәхш сурәтдә изаһ әдәчәк мұвафиг кеотектоник нәзәрийәйә һәлә малик дейилдир. Бунунла бәрабәр планетамызын мұәййән истигамәтдә инкишафыны тә'мин эдән бир сыра ганунауыгунлуглар мұәййән әдилмишдир. О чүмләдән, ерин сиаһ тарихиндә гарышыг әмәлә кәтирән мұһүм ганунауыгунлуглар олдуғу мұәййән әдилмишдир.

Кеотектоник гипотезалар тектоник мәрһәләләрин давамы мүддәтинин әйни олмасы сәбәбини изаһ әдә билмир. Бу гипотезалардан һеч бири лазымынча шәрһ әдә билмир ки, нә үчүн тектоник мәрһәләләр мәһз 185 миллион ил давам этмиш вә нә үчүн онлар бир-бириндән аз вә я чох фәргли олмамышдыр. Бу бир янда галсын, гейд әдилән тектоник гипотезалардан һеч бири бу мәсәләнин һәллини һәлә индийәдәк өз гаршысына да гоймамышдыр.

Ер күрәси Галактика мүстәвсинә яхынлашдыгда өз таразлыг фигурасыны дәйишдирмиш, орадан кечиб кетдикдә исә хейли деформасия уграмышдыр. Галактика мүстәвсиндән чыхдыгдан сонра Ер күрәси енә дә әввәлки шәклини алмыш, йә'ни Ер габығынын йүксәлән һиссәләри ашағы әнмиш, чөкәк һиссәләри исә юхары галхмышдыр. Бүтүн бунлар күлли мигдарда күтләнин Ер күрәсиндә өз ерини дәйишмәсинә сәбәб олмушдур ки, беләликлә дә мурәккәб тектокеник просесләр баш вермишдир.

Күнәш системи дәфәләрлә Галактика мүстәвсиндән кечиб-кетмиш вә бунунла әлагәдар олараг тектокеник просесләр дә дәфәләрлә тәк-рар этмишдир. Айдындыр ки, тектоник мәрһәләләрин давамы мүддәти тәхминән, күнәш системинин Галактикада дөврәтмә мүддәти гәдәр олмалыдыр. Күнәш системинин Галактикада дөврәтмә мүддәти тәхминән 180—200 миллион ил тәшкил эдир. Ер күрәсинин тектоник

мәрһәләләрн дә мәнз бу гәдәр олмушдур. Айдындыр ки, бу бир тәсәдүф дейил, ганунауйгун тәбин бир һадисәдир. Күнәшин Галактика орбитасынын тәдричән (бир мәрһәләдән дикәр мәрһәләйәдәк кечән мүддәтдә) артмасы ерин тектоник мәрһәләләрннн дә узанмасына, Ер күрәсиннн тәдричән бәркимәси исә заман кечдикчә, тектокенезин зәифләмәсинә сәбәб олмушдур.

Ер күрәсиннн Галактика мүстәвисиндән илк дәфәләр кечиб-кет-мәси ерин инкишафында мүәййән ритм әмәлә кәтирмишдир. Бу ритм, Галактика мүстәвисиннн гравитасия саһәси зәифләдикдән сонра да давам әтмишдир.

Контраксия вә планетамызын Галактикада дәйишилмәсинә даир мәгаләдә тәсвир әтлийимиз просес Ер күрәсиннн кеотектоник инкишафыны тәмин әдән ики әсас фактор олмушдур.

Ирәли сүрдүйүмүз космокеотектоник гипотеза Ер габыгынын инкишафы тарихини вә гырыш әмәлә кәтирмә просесләринә анд мүәййән әдилмиш ганунауйгунлуглары ән яхшы изаһ әдир. Тарихи-кеоложи просесин мүхтәлиф мәсәләләрн бу гипотеза илә мәнтиги сурәтдә изаһ олуна биләр.

А. К. ЗЕЙНАЛОВ

ПУХЛЫЕ СОЛОНЧАКИ КАРАБАХСКОЙ СТЕПИ

(Представлено действ. членом АН Азербайджанской ССР Г. А. Алиевым)

В результате многолетних исследований в низменной части Карабахской степи было выявлено, что солончаки здесь имеют широкое распространение.

Солончаки Карабахской степи нами разбиваются на следующие разновидности: солончаки пухлые, солончаки корковые, солончаки пухлые в сочетании с рассоляющимися солончаками. Наиболее широко распространены солончаки пухлые.

В настоящей работе освещаются некоторые признаки и свойства пухлых солончаков Карабахской степи.

Большинство солончаков этой степи имеет некоторые признаки луговых почв, которые выражаются в относительно темной окрашенности верхних слоев и присутствии признаков оглеенности более глубоких горизонтов. Это дает основание полагать, что солончаки в Карабахской степи произошли, повидимому, путем вторичного задегания бывших луговых почв.

Пухлые солончаки в Карабахской степи часто встречаются отдельными пятнами в районе распространения луговых почв, особенно на фоне луговых сазовых почв. При нормальных условиях развития луговые сазовые почвы с поверхности имеют в той или иной степени задерненный слой, который препятствует испарению грунтовых вод непосредственно с поверхности почвы. Однако, как показали полевые исследования, во многих местах луговые сазовые почвы по тем или другим причинам подвергаются поверхностной эрозии, и на фоне названных почв образуются оголенные от растительности отдельные пятна, изолированные друг от друга сплошным покровом задерненного слоя. На таких участках, лишенных дернины, испарение влаги капиллярной каймы грунтовых вод в летнее время усиливается, тем самым происходит постепенное их засоление. За счет коагуляции глинистых частиц и в особенности с образованием кристалликов сернокислого натрия здесь разрыхляется верхний горизонт почвы.

Мощность темноокрашенного горизонта описываемых пухлых солончаков достигает 80—90 см. Морфологические выделения солей точками или в виде плесени начинаются от самого верхнего горизонта. Местами на них образуется и солевая корочка.

В пухлых солончаках большое внимание обращает на себя содержание гумуса, достигающее в верхнем слое иногда 4,5%, что для типичных солончаков орошаемых районов Азербайджана является очень высоким. Это еще раз подтверждает происхождение солончаков Карабахской степи от луговых почв.

Кроме самостоятельных больших контуров, солончаки пухлые здесь на фоне луговых почв часто встречаются отдельными пятнами, где грунтовая вода залегает довольно высоко.

Из морфологических признаков описываемых солончаков прежде всего следует указать рыхлое сложение слоя мощностью 10—15 см, характеризующегося часто порошистой структурой. Ниже 20—30 см структура комковатая, которая, в свою очередь, с глубиной становится неясной и бесструктурной. В этих солончаках ниже 5—10 см обнаруживаются в обильном количестве точки легкорастворимых солей. В связи с высокой концентрацией солей в сухое время года в этом горизонте образуются „псевдозернистые“ формы структуры. Окраска верхнего слоя серая или светлосерая, ниже буреет, на фоне которой, начиная от 50—60 см, появляются ржавые и сизоватые пятна. Последние являются результатом восстановительных процессов, протекающих при избыточном грунтовым увлажнении.

Морфологическое выделение солей начинается почти с поверхности, но основная масса их обнаруживается в слое, лежащем ниже 5—10 см от поверхности. Это объясняется тем, что при крайней сухости климата летом, минерализованные грунтовые воды при испарении, вследствие сильной разрыхленности верхнего слоя (капиллярные скважины почти отсутствуют), не могут подняться до самой поверхности почвы и сразу же переходят в парообразную форму. Таким образом, легкорастворимые соли, поднимающиеся по капиллярам, вместе с грунтовыми водами откладываются, в основном, во втором (сверху) горизонте. Сказанное подтверждается и аналитическими данными. Так, например, в верхнем горизонте пухлых солончаков количество солей иногда составляет всего лишь 0,2—0,3%, тогда как во втором горизонте—более 3—4%.

Механический состав пухлых солончаков Карабахской степи различен. На более повышенных элементах рельефа наблюдаются, главным образом, среднесуглинистые разности, а в сравнительно пониженных—тяжелосуглинистые и глинистые. Количество физической глины в профиле последних составляет от 75 до 85%. С приближением к прикуринской полосе в механическом составе пухлых солончаков наблюдается некоторая пестрота между отдельными горизонтами, особенно лежащими во второй метровой толще.

Количество углекислой извести в пухлых солончаках разное—начиная от 3 до 13% вверху. Это количество с глубиной или возрастает, или равномерно распределено по всему профилю.

Результаты многочисленных анализов водных вытяжек подтверждают, что максимальное количество легкорастворимых солей в пухлых солончаках степи накапливается во втором горизонте. Содержание солей в этом горизонте превышает 3%, а очень часто доходит даже до 5—6%, тогда как в верхнем рыхлом горизонте в большинстве случаев не превышает 0,5%. Содержание солей вниз по профилю несколько уменьшается, но, как видно из данных таблицы, на глубине 119—155 см приближается к 2%.

* Пухлые солончаки Карабахской степи имеют сульфатный состав солей. В горизонте 12—25 см количество SO_4 составляет 2,843% и книзу постепенно уменьшается. Из таблицы также видно, что содержание Cl и SO_4 в глубине, преимущественно, уменьшается.

Данные анализа водных вытяжек пухлых солончаков (в % на абсолютно сухую почву)

№ разреза	Глубина, в см	Гигро-скопич. влаж-ность	Плотный остаток	CO_2	HCO_3	Cl	SO_4	Ca	Mg	Na	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	
1579	0—12	6,85	0,275	0,007	0,068	0,037	0,071	0,005	0,005	0,074	—	
	12—25	8,30	5,220	0,006	1,12	1,05	1,47	0,26	0,46	3,22	13,364	
	25—53	9,70	3,673	0,008	0,34	0,521	2,483	0,224	0,011	1,433	не опр.	
	53—92	8,46	2,140	0,028	0,26	14,70	59,16	11,18	0,90	62,32	13,116	
	92—119	8,97	1,905	0,001	0,021	0,452	2,026	0,249	0,182	0,640	12,621	
	119—155	7,63	1,950	0,03	0,34	12,75	41,74	12,41	15,00	27,62	10,581	
	142	Грунтовая вода, в мг-экв на л	нет	нет	нет	0,34	4,25	25,49	12,62	6,20	11,66	—
			нет	нет	нет	0,021	0,074	1,182	0,260	0,067	0,197	—
			0,018	0,299	3,994	2,459	12,98	8,55	13,29	5,50	8,55	—
			0,018	0,299	3,994	0,019	0,266	0,212	0,266	0,068	0,212	—
0,018			0,299	3,994	0,32	2,80	24,97	20,33	13,29	5,60	—	
0,018			0,299	3,994	0,32	2,80	24,97	20,33	13,29	5,60	—	
0,018			0,299	3,994	0,32	2,80	24,97	20,33	13,29	5,60	—	
0,018			0,299	3,994	0,32	2,80	24,97	20,33	13,29	5,60	—	
0,018			0,299	3,994	0,32	2,80	24,97	20,33	13,29	5,60	—	
0,018			0,299	3,994	0,32	2,80	24,97	20,33	13,29	5,60	—	
142	Грунтовая вода, в мг-экв на л	3,84	1,972	0,006	0,87	3,06	1,823	1,56	0,15	22,78	—	
		7,62	3,222	0,006	0,46	0,176	1,823	0,062	0,005	0,927	—	
		7,84	1,370	0,035	0,75	4,84	37,98	3,08	3,08	0,39	40,33	—
		6,84	0,620	0,035	0,64	0,232	0,466	0,004	0,004	0,39	40,33	—
		6,97	0,266	0,042	0,57	0,277	9,70	0,18	0,18	следи	17,69	—
		6,68	0,240	0,042	0,93	0,072	5,75	0,10	0,10	следи	8,50	—
		6,68	0,240	0,042	0,93	0,072	5,75	0,10	0,10	следи	8,50	—
		6,68	0,240	0,042	0,93	0,072	5,75	0,10	0,10	следи	8,50	—
		6,68	0,240	0,042	0,93	0,072	5,75	0,10	0,10	следи	8,50	—
		6,68	0,240	0,042	0,93	0,072	5,75	0,10	0,10	следи	8,50	—

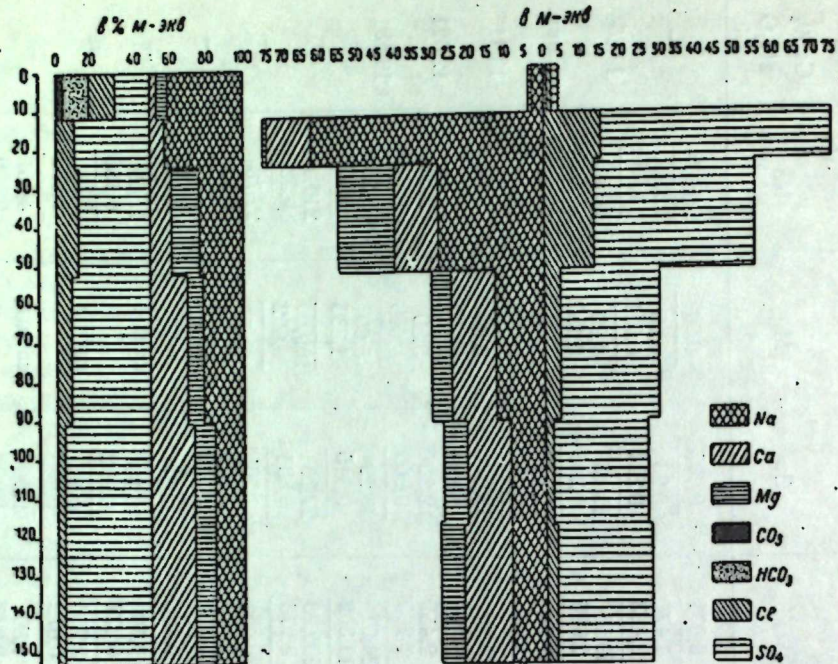


Рис. 1

Солевой профиль пухлых солончаков (разр. № 1579)

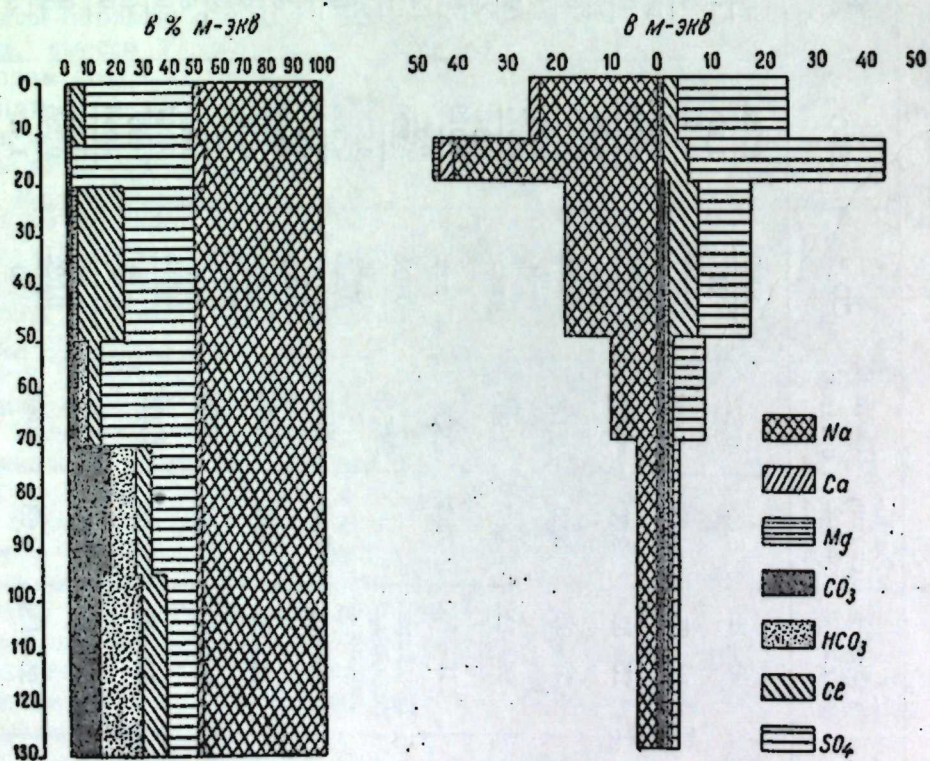


Рис. 2

Солевой профиль пухлых солончаков (разр. № 142)

Однако соотношение солей для хлора показывает обратную картину. Это связано с тем, что при испарении грунтовых вод в первую очередь по капиллярам пухлых солончаков поднимаются хлориды. Соли двухвалентных катионов играют подчиненную роль.

Из данных таблицы видно, что в горизонте 12—20 см разреза № 142 в описываемых солончаках количество легкорастворимых солей составляет 3,22%, а в горизонте 0—12 см—1,97%. С глубиной содержание солей значительно уменьшается. Солевой состав описываемых пухлых солончаков, в основном, сульфатный. Количество SO_4^{2-} в горизонте 12—20 см составляет 1,82%; а хлора—0,18%. Среди сульфатов преобладают Na_2SO_4 .

Нам кажется, что увеличение щелочности как общее, так и от нормальных карбонатов, подтверждает карбонатность грунтовых вод луговых сазовых почв Карабахской степи вообще.

Таким образом, на основании изложенного можно сделать следующие выводы:

1. Среди солончаков Карабахской степи значительно распространены солончаки пухлые, в верхней части профиля которых количество солей превышает 3%, достигая иногда во втором (сверху) горизонте 5—6%. В солевом составе их преобладают сульфаты.

2. Можно предполагать, что в Карабахской степи солончакообразование шло путем вторичного засоления бывших луговых почв.

3. Солончакообразование на луговых почвах Карабахской степи идет и в настоящее время. Этот процесс особенно наблюдается при разрушении и размыве задерненного слоя луговых сазовых почв под влиянием поверхностного смыва. В результате этого, луговые почвы отдельными пятнами переходят в солончаки пухлые.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ковда В. А.—Происхождение и режим засоленных почв, т. 1. Изд. АН СССР, 1946.
2. Ковда В. А.—Солончаки и солонцы. Изд. АН СССР, 1937.
3. Захаров С. А.—Почвообразователи и почвы Азербайджана. Материалы по районированию Азерб. ССР, в. 1, 1925—1926.
4. Тюремнов С. И. Почвы восточной Закавказской равнины. Материалы по районированию Азерб. ССР, 1927.
5. Волобуев В. Р.—Промывка засоленных почв. Азербешр, 1948.
6. Иванова Е. Н.—Генезис и эволюция засоленных почв в связи с географической средой. Почвы СССР, т. 1, 1939.

Институт почвоведения и агрохимии
АН Азербайджанской ССР

Поступило 18. XII. 1953

Э. Г. Зейналов

Гарабаг дүзүнүн юмшаг шоран торпаглари

ХУЛАСӘ

Кениш тәдгигат нәтижәсиндә мүййән әдилди ки, Гарабаг дүзүндә шоран торпаглар, хусусилә дә юмшаг шоранлар чох яйылмышдыр.

Һәмин мәгаләдә юмшаг шоранларын бә'зи хусусийәтләри һаггында мә'лумат верилр. Бу торпаглара Гарабаг дүзүндә, чох заман чәмән торпаглари яйылмыш саһәләрдә ләкләр шәклиндә тәсадүф әдилр.

Чәмән торпагларынын үст чимли гаты мүхтәлиф сәбәбләрден позулуб дағылдыгда ералты суларын бухарланмасы шиддәтләндиннә көрә, һәмин торпагларда шорлашма просеси кедир вә һәтта онлары шоранлара белә чевирә билир.

Бу торпагларын бүтүнгалынлығында суда асан әрийән дузларын мигдары 3%-дән артыг олур. Үст гатда чохла мигдарда, хүсусән сулфат дузлары топланыр вә ону юмшаг һала салыр. Юмшаг шоранларын характерик әламәтләриндән бири дә, дузларын максимал мигдарынын юмшаг гатын алтында топланмасыдыр. Юмшаг гатда капиллярлыг позулдуғундан ералты сулар торпағын билаваситә сәтһинә гәдәр галхмадан бухар һалына кечир. Беләликлә, һәмин дузлар юмшаг гатдан ашағыда топлашыр.

Гарабағ дүзүндә яйылмыш юмшаг шоран торпагларда, ералты суларын бухарланмасы нәтичәсиндә топланмыш дузларын мигдары 5—6%-ә чатыр, үст юмшаг гатда исә анчаг 0,5%-ә гәдәр олур.

Бу дузлар кимйәви тәркибчә әсасән сулфатлардан ибарәтдир.

Торпағын мөханики тәркиби ағыр-килличә вә килли олдуғундан ералты суларын капилляр боруларла юхарыя галхмасы асанлашыр.

Гарабағ дүзүндә юмшаг шоранларын түнд рәнкдә олмасына вә һумус маддәсинин чохлағуна әсасән белә бир фикир сөйләмәк олар ки, һәмин торпаглар тәкрар шорлашма нәтичәсиндә юмшаг шоранлара чеврилмиш гәдим чәмән торпагларындан ибарәтдир.

ИСКУССТВОВЕДЕНИЕ

А. В. САЛАМЗАДЕ

К ИЗУЧЕНИЮ СТЕННЫХ РОСПИСЕЙ
АЗЕРБАЙДЖАНА XVIII—XIX вв.

(Представлено действ. членом АН Азербайджанской ССР М. А. Усейновым)

Стенные росписи Азербайджана XVIII—XIX вв. являются одним из важнейших видов декоративных искусств, тесно связанных с архитектурой. Сооружения дворцового характера и многие жилые дома жилищных слоев населения ряда городов сохранили богатые образцы стенных росписей. Затрагиваемые в данном сообщении стенные росписи в целом достаточно изучены. Систематизированы и описаны главнейшие памятники; установлены их основные сюжетно-тематические и композиционно-цветовые особенности [3]. Ряд росписей связывается с сохранившимися в надписях именами мастеров XIX в.

Однако некоторые принципиально важные проблемы, как вопросы генезиса стенных росписей этой эпохи и связи их с другими видами архитектурной декорации, или остались совершенно неизученными или же были затронуты лишь вскользь.

Целью настоящей публикации является: изложение некоторых соображений о связи стенных росписей с предшествующими видами архитектурной декорации, (при этом указаны соответствующие аналоги в архитектуре XVI—XVII вв.); попытка проследить изменение отдельных традиционных декоративных композиций в зависимости от техники выполнения; предварительное сообщение о принимавших участие в росписи дворца шекинских ханов двух мастерах, оставшихся до настоящего времени незамеченными исследователями росписей нухинского дворца.

В древности в архитектуре Азербайджана роспись стен очевидно применялась, но в дальнейшем, в средние века, основным видом стеной декорации являлась не роспись, а глазурированная полихромная керамика, правда, известная нам только по сооружениям монументальной архитектуры. Возможно, что стенная живопись продолжала существовать в народной жилой архитектуре [2]. Стенная живопись вновь получает широкое распространение с начала XVIII в. как в жилых, так и в общественных сооружениях. Это явление было связано с новыми историческими условиями развития азербайджанского зодчества XVIII в.—периода феодальной раздробленности страны и общего упадка экономики. Дорогостоящий и сложный по технике выполнения изразцовый декор заменяется несравненно более дешевой росписью, не требующей организации специального производства. Изразец заме-

яется росписью не только в интерьерах, но и на экстерьерах, наиболее ярким примером чего может служить решение фасадов дворца шекинских ханов в Нухе.

Развитие стеновых росписей Азербайджана интересующего нас периода не может быть рассмотрено вне связи с традициями полихромной архитектурной декорации предшествующего периода. Рассмотрение стеновых росписей XVIII—XIX вв. в генетической связи с изразцовой декорацией объясняет композиционное решение многих мотивов стеновых росписей.

Связи росписей интерьеров с полихромной архитектурной керамикой можно проследить на примере изразцовой облицовки сооружений культового ансамбля в Ардебиле [4]. Этот комплекс, складывавшийся постепенно, в течение XV—XVII вв., сохранил прекрасные образцы изразцовой облицовки, в которой нетрудно усмотреть ряд мотивов, ставших в дальнейшем излюбленными в стеновых росписях XVIII—XIX вв. Такое сравнительное рассмотрение показывает, что влияние традиций полихромной архитектурной керамики не ограничивалось одними мотивами орнамента, а отразилось и на характере членений поверхности, предназначавшихся для нанесения росписи. Изразцовый декор панно XVII в. из ардебильского комплекса представляет собой одну из тех характерных композиций, которые стали традиционными для стеновых росписей. В качестве примера стеновых росписей укажем панно из дворца шекинских ханов. Нетрудно заметить более совершенное решение задачи в панно из ардебильского комплекса. Но необходимо отметить, что техника наборной изразцовой декорации панно из ардебильского комплекса определяет некоторую геометризацию его реалистических в своей основе растительных мотивов. Соответственно месту расположения панно на экстерьере мастер из Ардебил сумел добиться достаточно монументального решения декоративного убранства.

Несмотря на то, что мастера стеновых росписей исходили из традиций архитектурного декора, использовали мотивы и композиции резной изразцовой декорации, не было создано таких художественно законченных образцов, как орнаментальные композиции архитектурной полихромной керамики, хотя в стеновых росписях в дальнейшем возникли новые, сюжетно-тематические композиции, а сами растительные мотивы изображались в более свободной манере.

Несколько известных нам мастеров стеновых росписей обычно называют себя в надписях *قاش*—наггаш. В специальной литературе уже приводились имена некоторых мастеров, известных своими росписями в основном во дворце шекинских ханов в Нухе. Наибольшую известность среди них получил Уста Гамбар из Карабаха, работавший в Шуше в конце XIX в. и переписавший ряд росписей в нухинском дворце.

Сейчас представляется возможным пополнить список известных мастеров стеновой росписи.

В 1951 г. наше внимание привлекла неизвестная до того надпись на плафоне зала второго этажа, размещенная внутри небольших медальонов по концам большой и средней розеток. Текст ее таков *استاد عباسقلى*—„уазад Абаскули“. Надпись примечательна прежде всего своим орнаментальным композиционным решением, близким к надписи медальона с именем зодчего усыпальницы в комплексе дворца ширваншахов в Баку. Имя мастера дано двукратно—в прямом и зеркальном изображении. В отличие от медальона усыпальницы, профессиональное звание мастера, в данном случае „уазад“—*استاد* начертано только один раз—в нижней части надписи. Естественно, что за уазадом Абаскули

следует признать авторство росписи плафона, приписывавшееся раньше Уста Гамбару.

В настоящее время мы затрудняемся в определении даты работы уазада Абаскули. Характерная для зодчих композиция надписи, размещение имени мастера в центральном по значимости фрагменте—плафоне центрального зала, наконец, применение профессионального звания „уазад“, а не „наггаш“, наводят на мысль о том, что Абаскули был архитектором и принимал участие в реставрации или даже строительстве дворца. Его имя могло уцелеть при позднейших переписях, неоднократных ремонтах и реставрациях [1].

Вторая неизвестная до настоящего времени надпись с именем мастера находится в зале первого этажа того же нухинского дворца. Надпись размещена в медальоне над дверью зала. Текст ее весьма интересен: *رقم ميرزه جعفر قاش ذى فنون الشماخي*—„нарисовал Мирза Джафар ученый художник (наггаш) шемахинский“ Старший научный сотрудник Института архитектуры и искусства Л. Г. Керимов, прочитавший неразборчивую на фото верхнюю часть надписи—слово *الشماخي* на месте сообщил нам также, что надпись эта повторена и в другом медальоне того же зала, где указана к тому же и дата—1313 г. хиджры (1895—1896 гг. н. э.).

Значительный интерес представляет, примененный мастером по отношению к себе эпитет *ذى فنون*—ученый. Дата (1895 г.) показывает, что Мирза Джафар работал над реставрацией и переписью росписей дворца ранее других мастеров—Уста Гамбара из Карабаха, Али Кули и Курбан Али из Шемахи. Он является, вероятно, и автором поздних росписей зала первого этажа, не связывавшихся до последнего времени с именем какого-либо мастера.

Уточнение принадлежности отдельных росписей нухинского дворца кисти того или иного из вновь выявленных мастеров в нашу задачу не входит. Это должно заинтересовать лиц, специально занимающихся изучением стеновых росписей Азербайджана.

ЛИТЕРАТУРА

1. Л. С. Бретаницкий—К истории дворца шекинских ханов. Труды института истории АН Азерб. ССР. Баку, 1947.
2. И. М. Джафарзаде—Историко-археологический очерк старой Гянджи. Баку, 1949, стр. 62.
3. Н. М. Миклашевская—Стеновые росписи Азербайджана XVIII—XIX вв. „Искусство Азербайджана“, в. IV. Баку, 1954.
4. F. Sarre—Ardebil. С. 1925.

Институт архитектуры и искусства
АН Азербайджанской ССР

Поступило 18. III. 1954

¹ Публикуемое фото надписи представлено аспирантом Института архитектуры и искусства Г. Г. Алекперовым, которому выражаю свою благодарность.

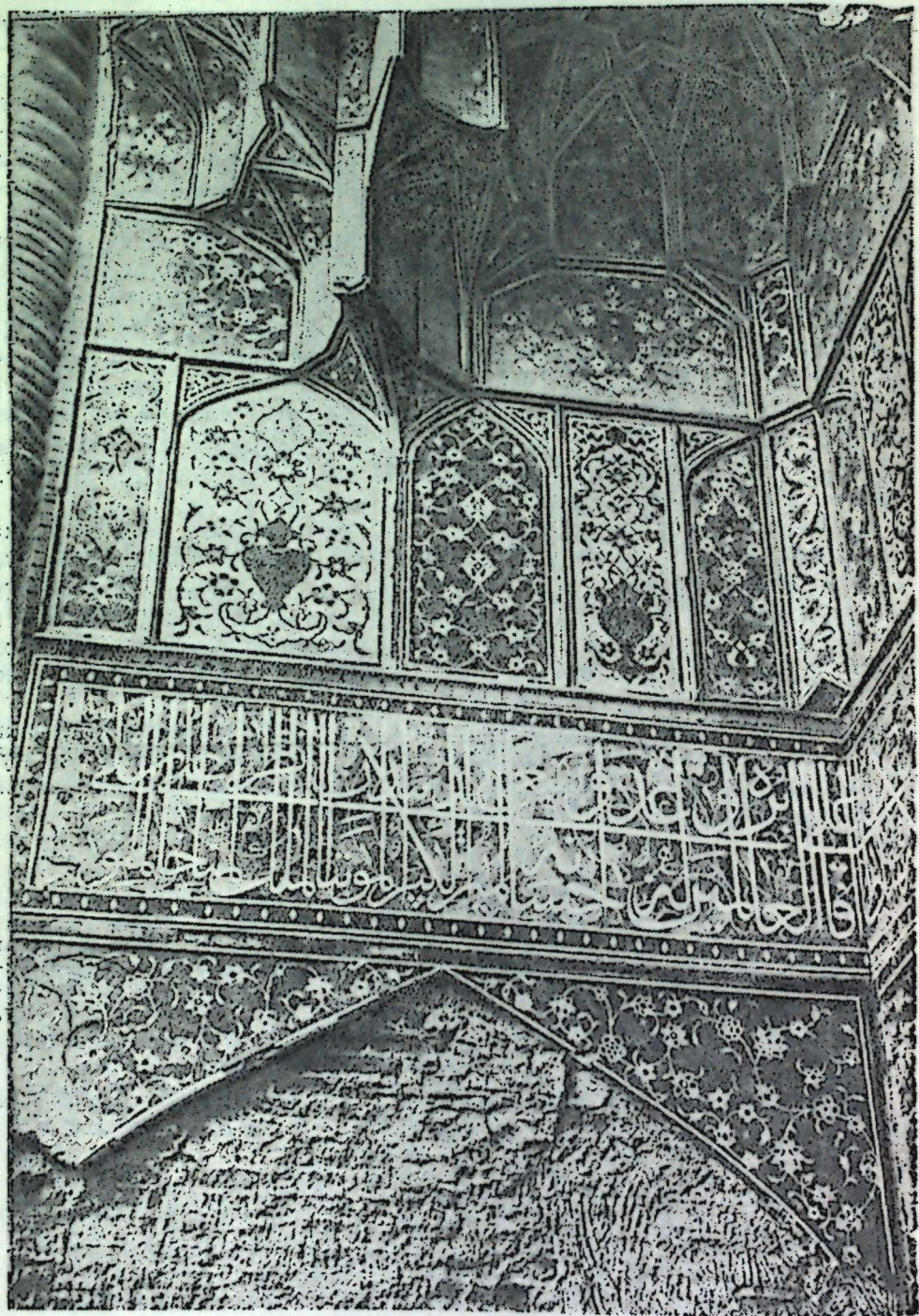


Рис. 1
Ардебиль. Изразцовый полихромный декор отдельно стоящего портала XVII в.

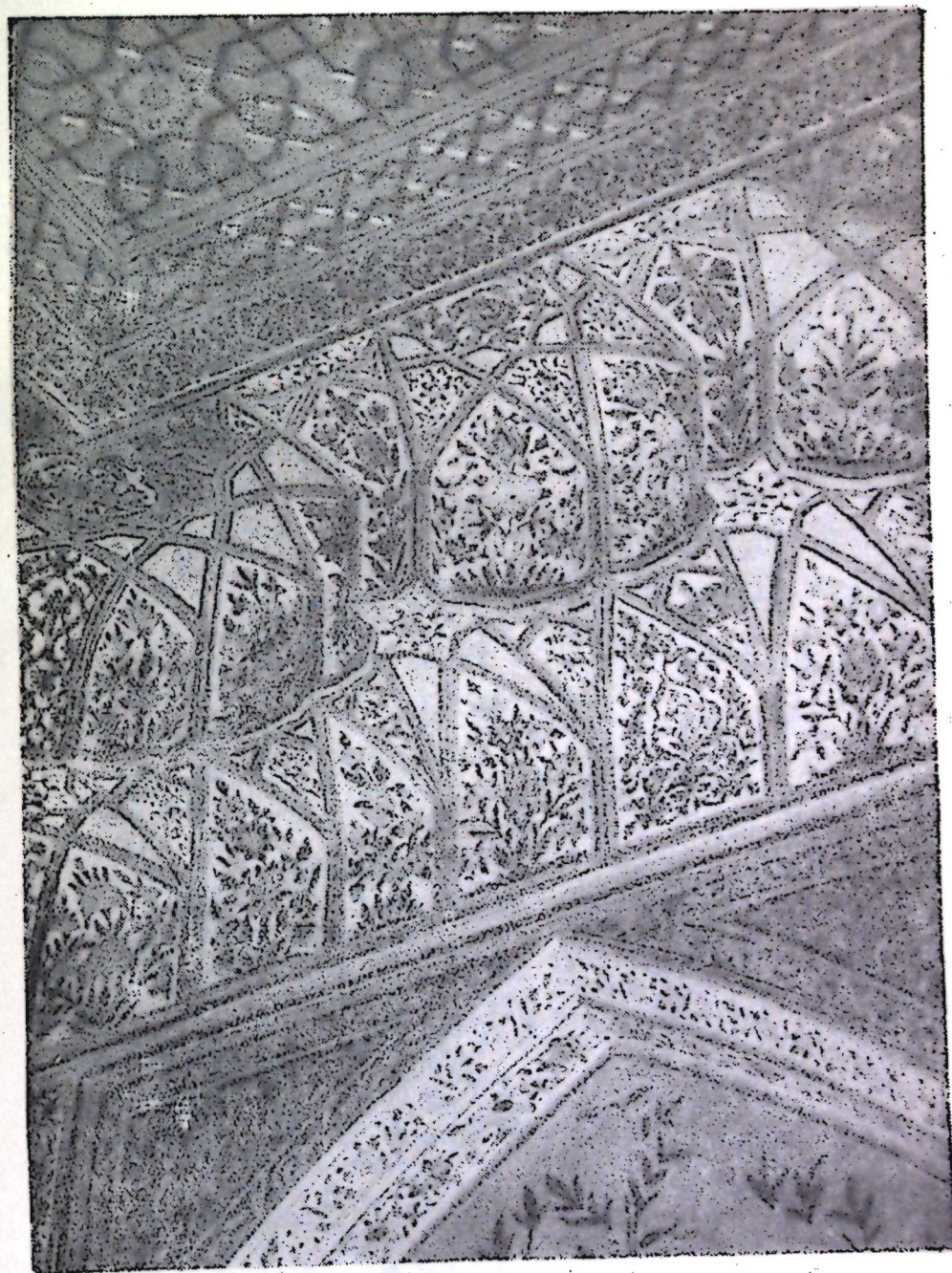


Рис. 2
Нуха. Дворец шекинских ханов. Роспись зала первого этажа XIX в.

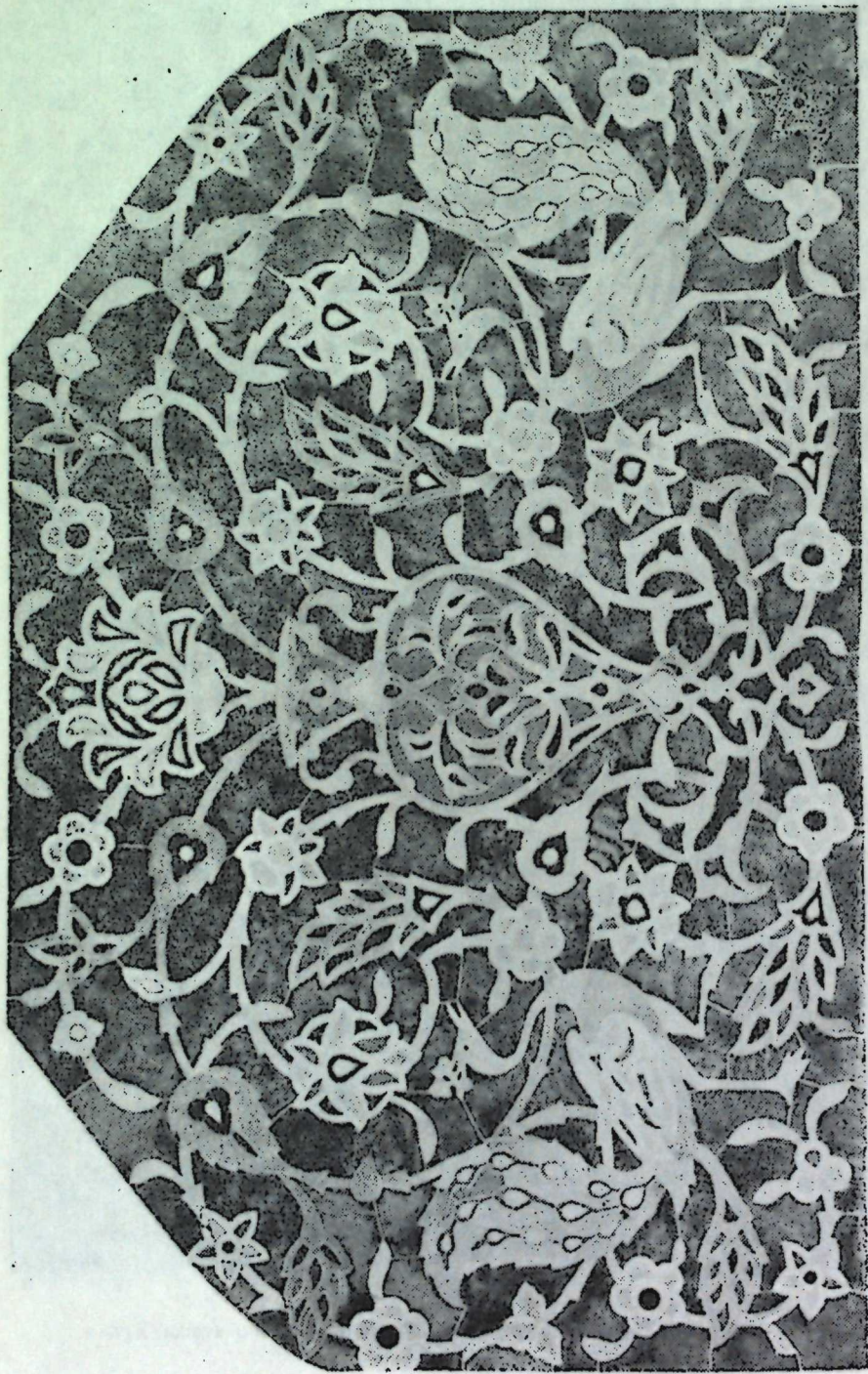


Рис. 3
Ардебиль. Фрагмент полихромного изразцового декора порталной ниши мечети шейха Сефи

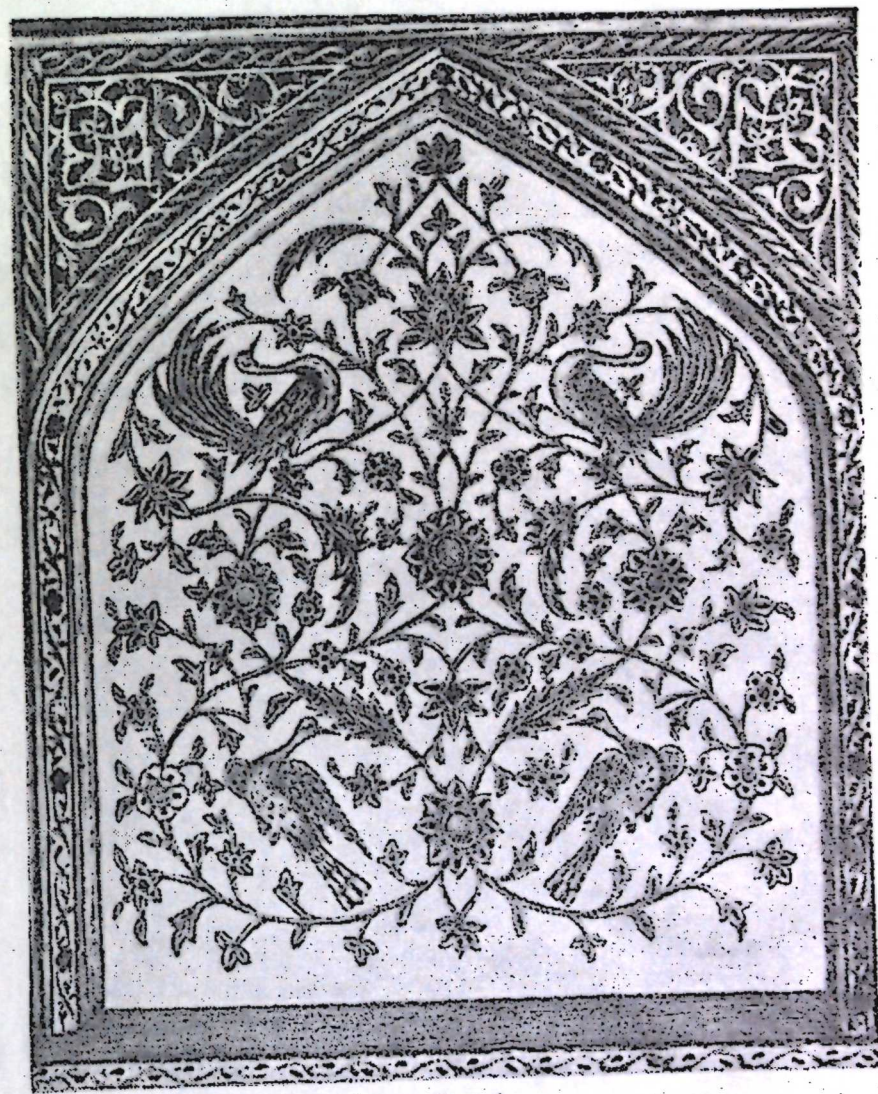


Рис. 4
Нуха. Дворец шекинских ханов. Роспись ниши зала второго этажа, Уста Гамбар, XIX в.

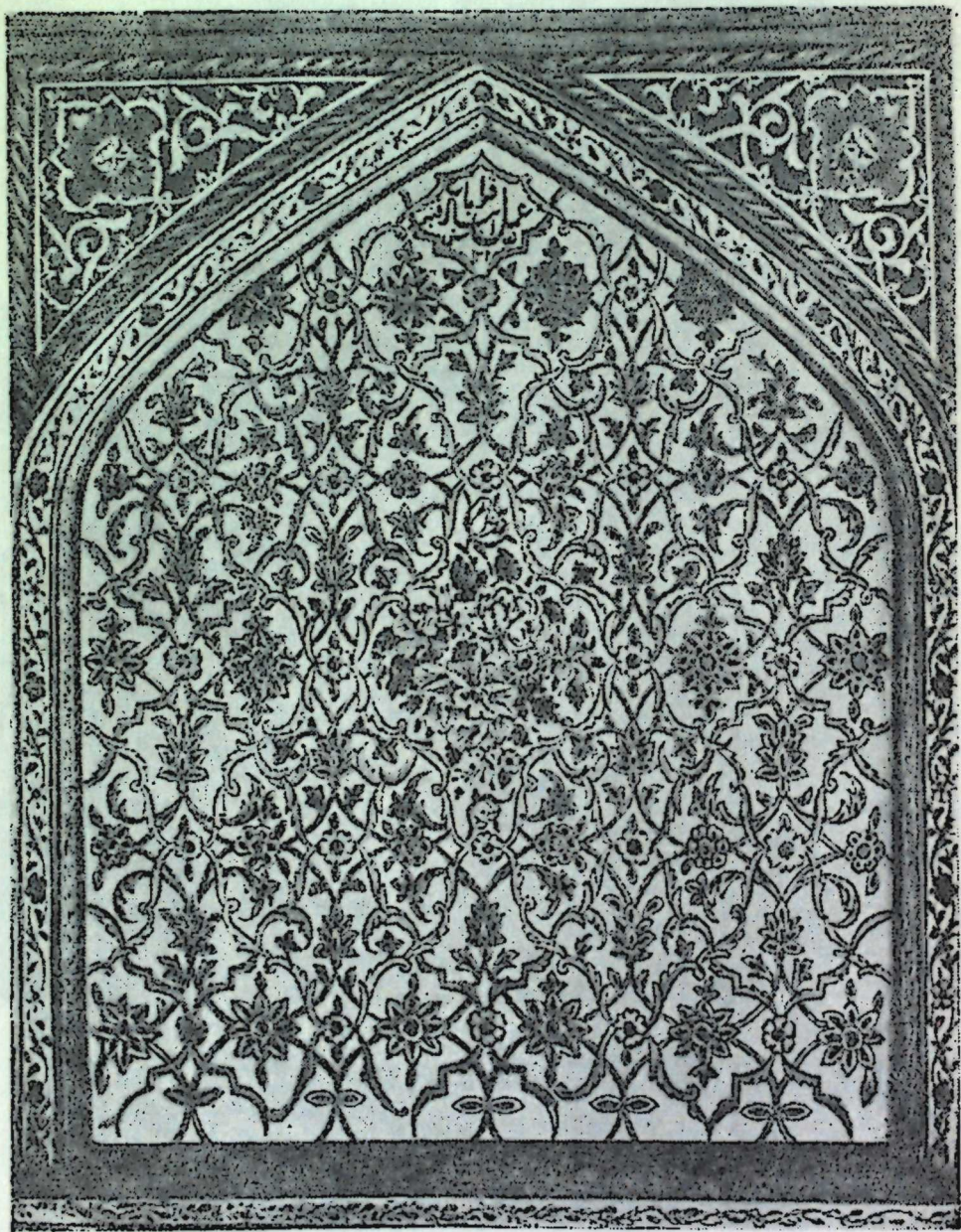


Рис. 5

Н у х а. Дворец шекинских ханов. Роспись ниши зала второго этажа,
Уста Гамбар, XIX в.

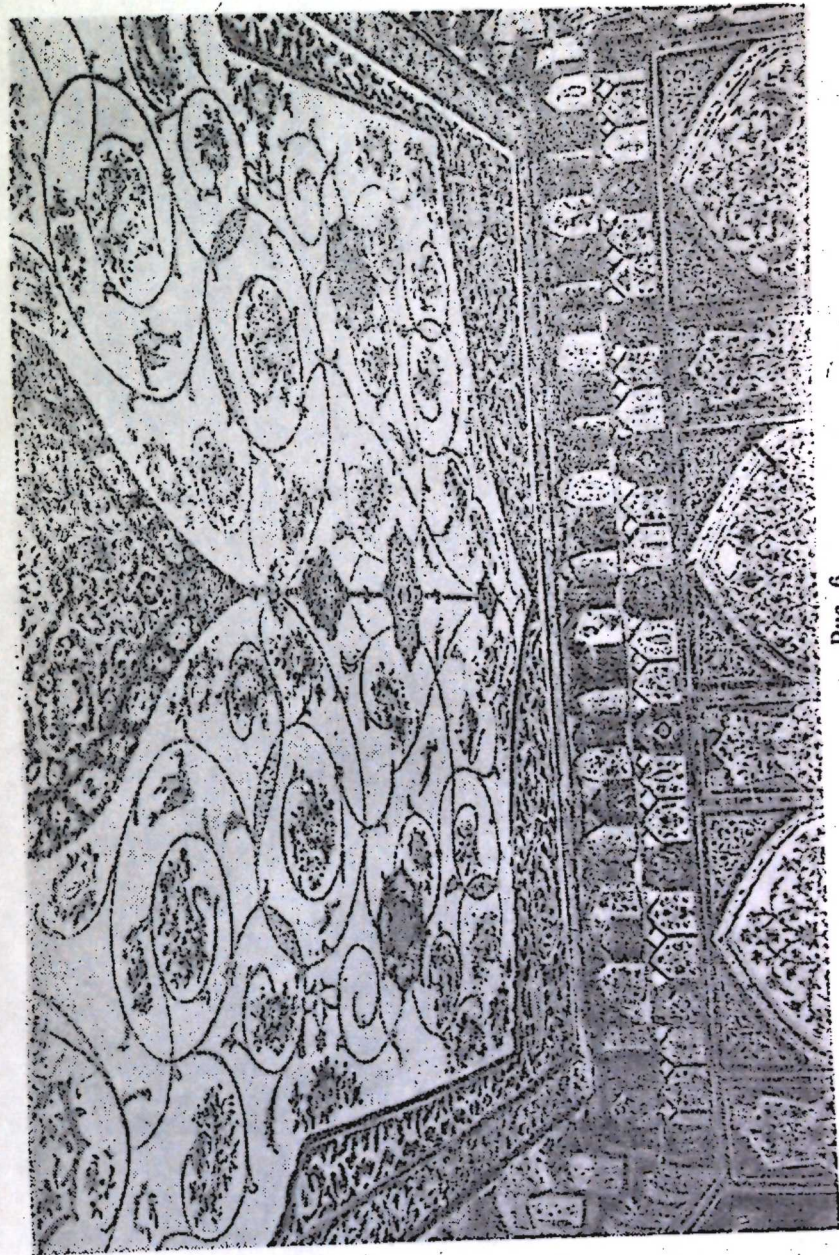


Рис. 6

Н у х а. Дворец шекинских ханов. Роспись плафона зала второго этажа

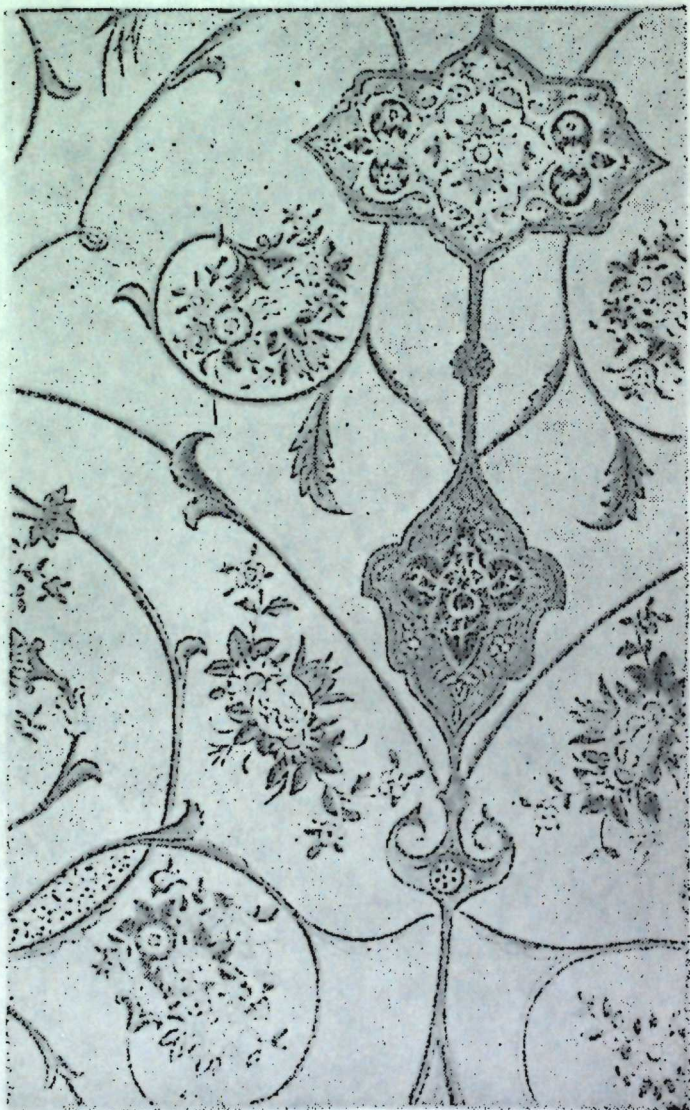


Рис. 7

Н у х а. Дворец шекинских ханов. Плафон зала второго этажа. Медальон с надписью „устанд Абаскули“

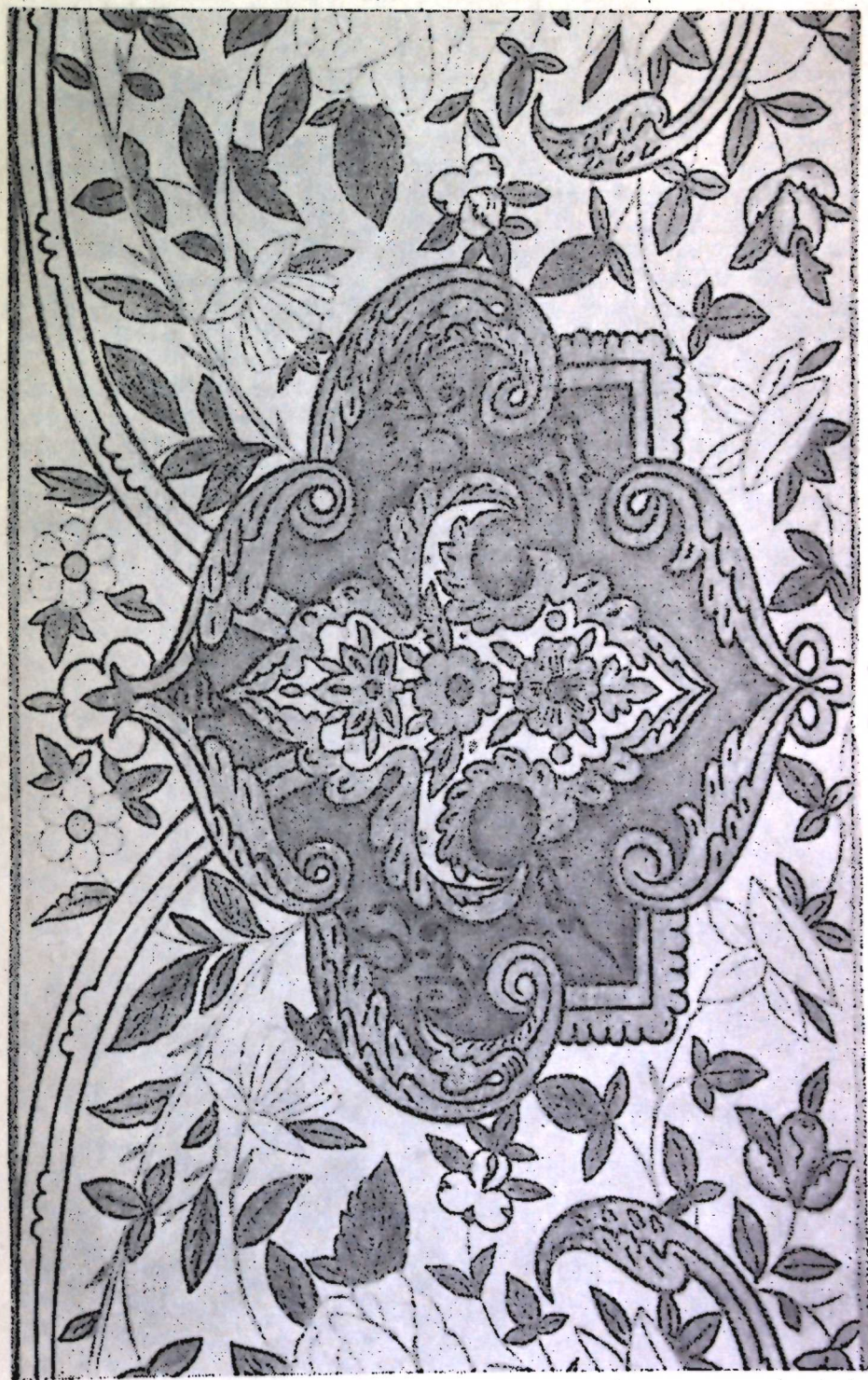


Рис. 8

Н у х а. Дворец шекинских ханов. Зал первого этажа. Медальон с именем художника Мирза Джафара

А. В. Саламзаде

XVIII—XIX эср Азербайчан дивар тэсвирлэринин
өйрэнилмэсинэ даир

ХУЛАСӘ

Дивар тэсвирлэри, ме'марлыгла элагэдар олан эсас бээк сэнэт-лэриндэн биридир. XVIII—XIX эсрлэрэ анд Азербайчан дивар тэсвир-лэри, эсас э'тибарилэ, кифайэт гэдэр өйрэнилмишсэ дэ айры-айры мäsälälär индийэдэк тэдгиг эдилмэмшишдир.

Мэгалэдэ XVIII—XIX эсрлэрин дивар тэсвирлэринин эввэлки дөвр-лэрэ анд кашыдан дүзэлдилмиш орнаментал композицияларла элагэдар олдуғу вэ бир сыра мотивлэрин кашы сэнэтиндэн дивар тэсвирлэринэ кечдийи көстэрилер. XVI—XVII эсрлэрэ анд Эрдэбил абидэлэринин кашы бээклэри ирэли сүрүлэн бу фикри тэсдиг эдир.

Сон заманларадэк XVIII—XIX эср дивар тэсвирлэри арасында көр-кәмли ер тутан Нуха Хан сарайынын тэсвирлэрини ярадан бир нечэ рэссамын ады мэ'лум иди. Мэгалэдэ Нуха сарайында ишлэмиш даһа ики рэссам һаггында мэ'лумат верилер. Бунлардан биринчиси—ады икинчи мәртәбәдәки салонун таванында язылмыш устад Абасгулу, икинчиси исә—биринчи мәртәбәдәки салонун рәфүстү тэсвирлэри ичәрисиндә адыны язымыш шамаһылы нэггаш Мирзә Чәфәрди.

П-168

АЗƏРБАЙЧАН ССР ƏММЛƏР АКАДЕМИЯСИ
АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

МƏ'РУЗƏЛƏР
ДОКЛАДЫ

ТОМ X

№ 6