



электрической прочности в пределах от 20 до 400°C на постоянном и переменном напряжении (рис. 4) и от 20 до 650°C на импульсном напряжении (рис. 5).

На постоянном и переменном напряжении электрическая прочность значительно ниже, чем на импульсном.

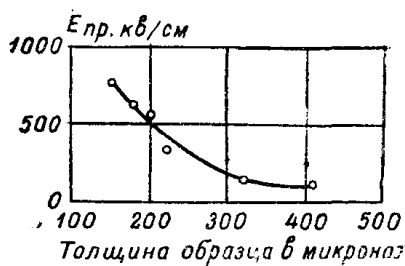


Рис. 1. Зависимость электрической прочности талька пластинчатого от толщины образца на постоянном напряжении. Поле однородное.

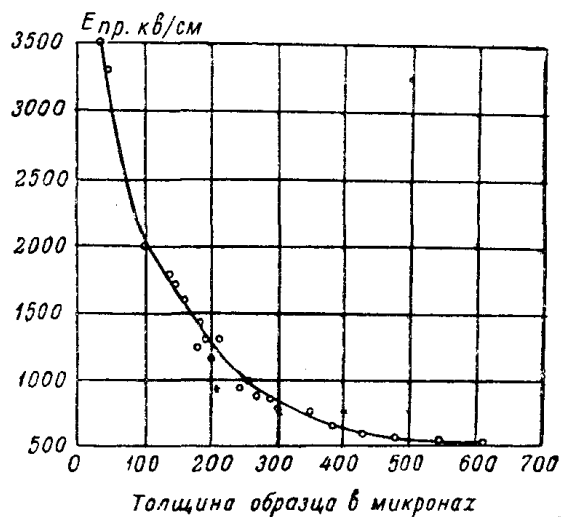


Рис. 2. Зависимость электрической прочности талька пластинчатого от толщины образца на импульсном напряжении длительностью 7 мкс/сек. Поле однородное.

Импульсная электрическая прочность талька практически не зависит от температуры в интервале от 20 до 400°C, затем при дальнейшем повышении до 650°C электрическая прочность падает, что связано, вероятно, с переходом электрической формы пробоя в тепловую. На постоянном и

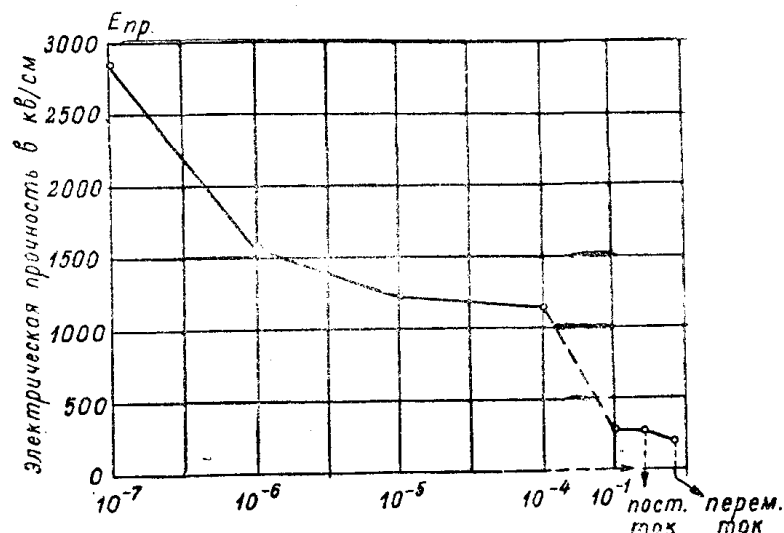


Рис. 3. Зависимость электрической прочности талька пластинчатого от времени воздействия напряжения. Поле однородное.

переменном напряжении пробой тепловой. При пробое в условиях комнатной температуры наблюдался нагрев образца. При повышении температуры до 150°C в связи с удалением гигроскопической воды, находящейся между пакетами талька и части кристаллизационной, электропроводность талька, вероятно, снижается, что ведет к увеличению электрической прочности.

На переменном напряжении подъем  $E_{пр}$  с увеличением температуры меньше, чем на постоянном, это может быть объяснено тем, что тепловой пробой на переменном напряжении обусловлен не только током проводимости, но и поляризационными явлениями (дипольная поляризация и др.). Уменьшение электрической прочности с  $200^{\circ}\text{C}$  и более можно объяснить тем, что с увеличением температуры облегчается тепловой пробой, что установлено для всех диэлектриков.

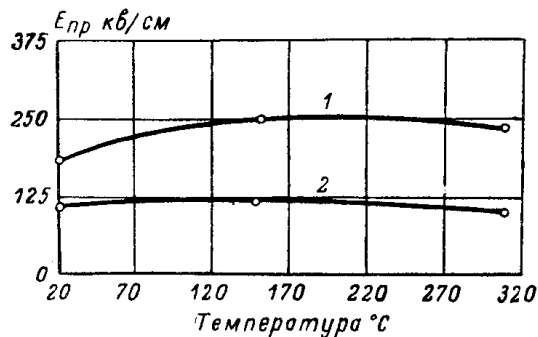


Рис. 4. Зависимость электрической прочности талька пластинчатого от температуры.  
1 — постоянное напряжение 2 — переменное напряжение. Поле однородное. Пробой в воздухе.

Зависимость от температуры снималась в условиях однородного поля в воздухе. На прессованных образцах была исследована зависимость электрической прочности от химического состава талька (рис. 6). Пробой производился в кремнеорганической жидкости при температурах  $-40 + 250^{\circ}\text{C}$  на постоянном напряжении; поле однородное, диаметр лунки 13 мм, толщина образца 150 микрон, давление опрессования  $2000 \text{ кг/см}^2$ . Обжиг образцов производился в силитовых печах до  $1300^{\circ}\text{C}$ , со скоростью подъема температуры  $100^{\circ}$  в час.

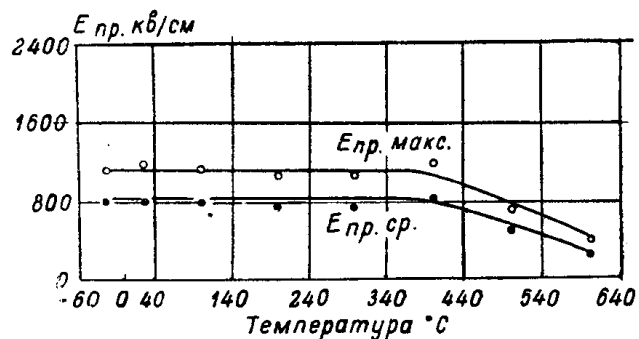


Рис. 5. Зависимость электрической прочности от температуры на импульсном напряжении ( $10^{-6}$  сек).

На этом же рисунке пунктиром представлена зависимость электрической прочности от температуры для керамических материалов С-61, СК-1, ТК-21 на основе талька, полученные Х. С. Валевым [4]. Как видно из рис. 6, характер зависимости электрической прочности от температуры у талька и керамических материалов повторяется, а абсолютные значения  $E_{пр}$  керамических материалов ниже. Следовательно, механизм пробоя у керамических материалов и прессованных образцов талька одинаковый, и высокая электрическая прочность указанных керамических материалов обусловлена высокими электрическими свойствами самого талька. Наибольшей

электрической прочностью в наших исследованиях обладают образцы талька китайского, имеющего по данным химического анализа меньший процент потерь при прокаливании и больший процент основных окислов, чем у талька онотского и миасского месторождений.

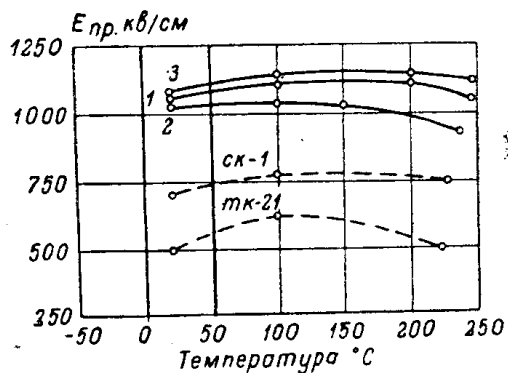


Рис. 6. Зависимость электрической прочности талька прессованного от температуры и химического состава. Пробой на постоянном токе. Поле однородное.

1. Тальк онотский. 2. Тальк миасский.  
3. Тальк китайский.

Тальк	MgOSiO <sub>2</sub> CaO в %	Потери <i>n n</i> в %
Онотский	93,4	6,35
Миасский	92,1	5,65
Китайский	95,4	5,21

Для установления влияния кристаллизационной воды на электрическую прочность талька была снята зависимость от температуры дегидратации. В тальке два кремнекислородных тетраэдра связаны слоем Mg (OH)<sub>2</sub> образуя трехслойный пакет толщиной 6,4 Å.

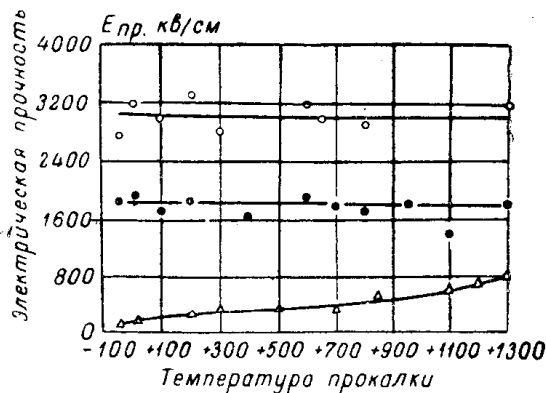


Рис. 7 — Зависимость электрической прочности талька пластинчатого на импульсном и постоянном напряжении от температуры дегидратации. Поле однородное.

- — максимальное значение, ● — среднее значение на импульсном напряжении 10<sup>-6</sup> сек; Δ — постоянный ток.

Связь между пакетами осуществляется слабыми вандерваальсовскими силами. Общее количество кристаллизационной воды в тальке пластинчатом 5,5%, из них 0,4% молекулярной воды, находящейся внутри и между

пакетами, и 5,1% конституционной воды, входящей в виде гидроксильных групп.

Удаление кристаллизационной воды происходит по следующим этапам: [5]

80 — 150°С — удаление гигроскопической воды.

150 — 200°С — удаление молекулярной воды между пакетами.

300 — 500°С — удаление молекулярной воды внутри слоев.

600 — 1050°С — удаление гидроксильной воды.

До 600°С в кристаллической решетке талька не происходит изменений, а с 600°С начинается перегруппировка ионов внутри решетки [6].

Химический анализ талька из различных месторождений указывает, что количество кристаллизационной воды колеблется от 2,3 до 6%.

На образцах тальков, применяемых нами при исследовании, сотрудниками ГИЭКИ были сняты термографические кривые, отмечающие различную интенсивность периодов дегидратации, а также кривые изменения веса и объема.

Таким образом, мы имели возможность определить наличие воды при разных температурах дегидратации.

На рис. 7 приводятся значения электрической прочности талька онотского на импульсном и постоянном напряжении в зависимости от температуры дегидратации.

На импульсном напряжении длительностью 7 мк/сек зависимость  $E_{np}$  талька от степени прокалики не обнаружена для образцов толщиной от 40 до 150 микрон, на постоянном напряжении электрическая прочность растет с увеличением температуры дегидратации.

Таким образом, кристаллизационная вода как молекулярная, так и конституционная не проявляет себя при воздействии импульсного напряжения  $\tau = 10^{-6}$  сек и снижает электрическую прочность на постоянном напряжении.

## Выводы

1. Тальк онотский пластинчатый имеет высокую электрическую прочность.  $E_{np}$  образцов талька толщиной 40—50 микрон в однородном поле на импульсном напряжении  $\tau = 10^{-6}$  сек достигает 3 мв/см.

2. Пробой талька пластинчатого на импульсном напряжении электрический, на постоянном и переменном—тепловой.

3. Кристаллизационная вода в тальке не проявляет себя при изменении времени воздействия напряжения от  $10^{-7}$  до  $10^{-4}$  сек и при дегидратации талька в температурном интервале от 100 до 1300°С.

4. Кристаллизационная вода снижает электрическую прочность талька на постоянном и переменном (50 гц) напряжении.

5. Электрическая прочность прессованных образцов талька повышается с увеличением % содержания основных окислов и уменьшением потерь при прокаливании.

6. Электрическая прочность прессованных образцов талька с последующим отжигом при температуре 1300°С на постоянном напряжении значительно выше, чем электрическая прочность образцов талька без термической обработки. Электрическая прочность талька на импульсном напряжении онотского как пластинчатого, так и прессованного, прокаленного при 1300°С, практически одинакова.

Настоящая работа проводилась по предложению и под научным руководством А. А. Воробьева, которому автор выражает свою искреннюю благодарность.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гассель О. Кристаллохимия. ОНТИ, 1931.
2. Водопьянов К. А. ЖТФ, том XXIV, вып. 1, 1954.
3. Воробьев Г. А. ЖЭТФ, том XXX, вып. 2, 1956.
4. Валеев Х. С. Электричество № 4, стр. 56—61, 1955.
5. Августинник А. И. Вигдергауз В. С. Труды Ленинградского технологического института, вып. 20, стр. 69—83, 1951.
6. Сверчкова Л. А. Диссертация. Ленинградский технологический институт, 1949.

Томский политехнический  
институт

---