

Н. М. Бобкова, Л. М. Силич, С. Е. Баранцева,
С. А. Гайлевич, О. И. Лившиц, О. Н. Вьяль

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ НИТЕПРОВОДЯЩЕЙ ГАРНИТУРЫ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНОГО СЫРЬЯ

Совершенствование и развитие индустриального текстиля и легкой промышленности, оснащаемых сложным оборудованием, требуют большого количества нитепроводников, в основном малогабаритных и сложной конфигурации. По условиям эксплуатации детали нитепроводящей гарнитуры должны иметь высокую износостойкость в сочетании с достаточным классом шероховатости работающих поверхностей.

Вышеуказанные отрасли промышленности обеспечиваются нитепроводниками из различных материалов: оксидной спеченной керамики (титановой и алюминиевой), цветных металлов, базальтового стеклокристаллического материала. Однако потребности предприятий остаются по-прежнему большими. В связи с этим в последнее время значительно вырос интерес исследователей к износостойким стеклокристаллическим материалам. Особого внимания заслуживает вопрос снижения их стоимости. Большая себестоимость нитепроводящей гарнитуры из стеклокристаллических материалов связана с использованием дефицитных сырьевых материалов, а также со сложным технологическим циклом, включающим варку стеклогранулята, помол, подготовку термопластического шликера, литье и двукратный обжиг изделий. В решении данной проблемы перспективным является использование природных материалов и отходов производства в качестве основных компонентов шихты.

Целью настоящей работы явилось изучение возможности изготовления нитепроводящей гарнитуры на основе природного сырья – гранитных отходов Микашевичского ПО „Гранит” по керамической технологии, исключая предварительную варку стеклогранулята.

На первом этапе исследования были изучены химико-минералогический состав и спекаемость гранитных отходов. Гранитные отходы имеют следующий химический состав (массовая доля, %): SiO_2 – 61,0; Al_2O_3 – 15,64; Fe_2O_3 – 7,76; TiO_2 – 1,2; CaO – 4,48; MgO – 2,3; SO_3 – 0,18; Na_2O – 3,46; K_2O – 3,35; потери при прокаливании – 1,10. При изучении минералогического состава гранитных отходов методом рентгенофазового

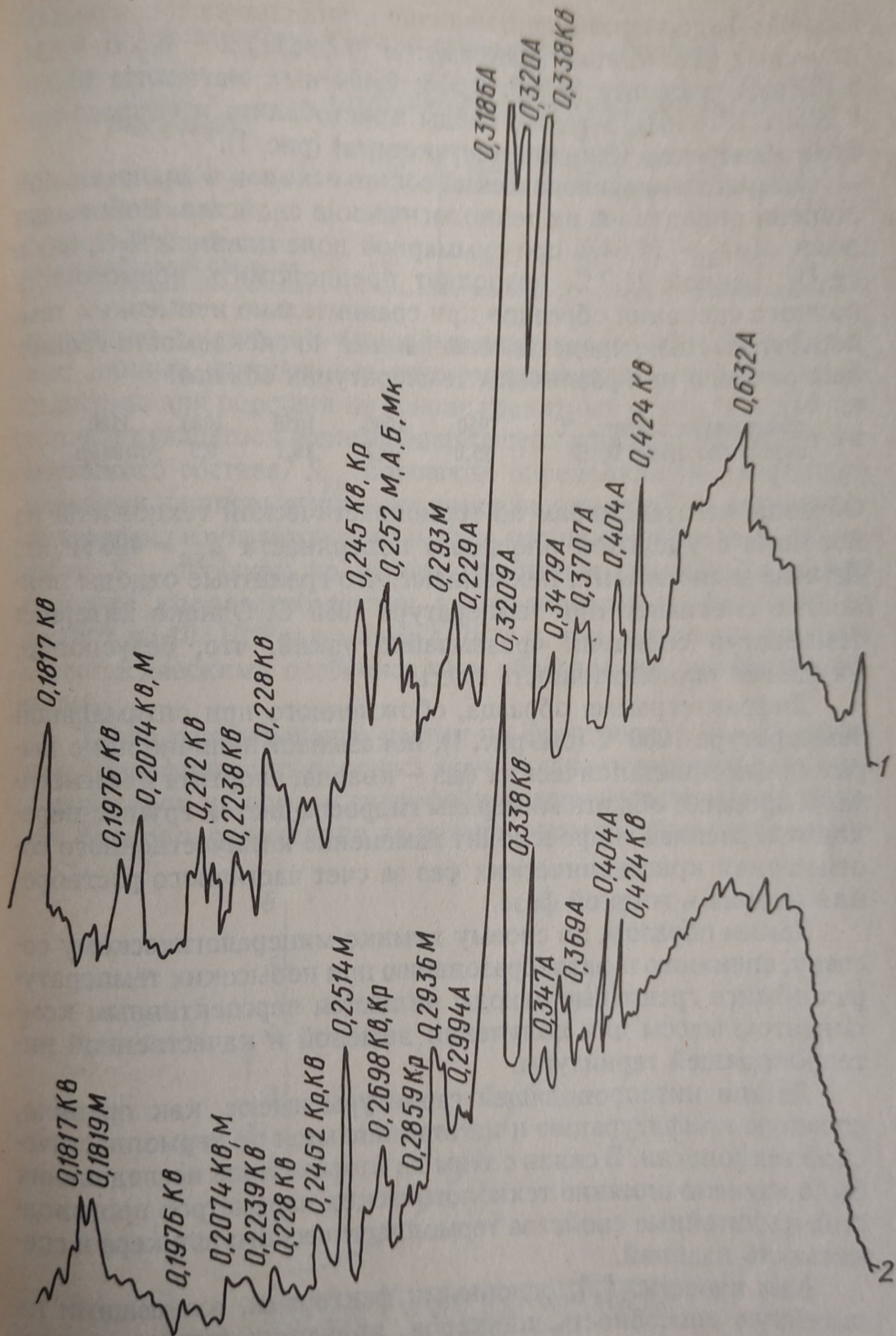


Рис. 1. Дифрактограммы гранитных отходов:
 1 — необожженный образец; 2 — обожженный образец ($T = 1080^\circ\text{C}$).
 Кв — кварц; А — анортит; М — магнетит; Б — биотит; МК — мусковит; Кр — кристобалит.
 Межплоскостные расстояния даны в нанометрах

анализа было установлено наличие в них следующих кристаллических фаз: кварца (максимумы дифракции – 0,338; 0,424; 0,182 нм), анортита (0,320; 0,318; 0,404 нм), магнетита (0,251; 0,208; 0,1818 нм), а также следы кристобалита и гидрослюдистых минералов (биотита и мусковита) (рис. 1).

Химико-минералогический состав отходов в значительной степени определяет их технологические свойства. Небольшая доля Al_2O_3 – 15,64 % при суммарной доле плавней R_2O , RO и Fe_2O_3 , равной 21,2 %, позволяет предположить возможность полного спекания образцов при сравнительно невысоких температурах. Ниже представлены данные по спекаемости гранитных отходов при различных температурах обжига:

температура обжига, °С	950	1000	1050	1080	1100
водопоглощение В, %	25,0	19,2	16,1	0,3	оплавл.

Образцы изготавливали по термопластической технологии из порошка с удельной площадью поверхности $S_{уд} = 400 \text{ м}^2/\text{кг}$. Данные эксперимента показывают, что гранитные отходы полностью спекаются при температуре 1080 °С. Однако интервал температур спекания чрезвычайно узкий, что, безусловно, ухудшает технологичность массы.

Дифрактограмма образца, обожженного при оптимальной температуре 1080 °С (см. рис. 1), показывает наличие ярко выраженных кристаллических фаз – кварца, анортита и магнетита. В процессе обжига минералы гидрослюдистой группы переходят в расплав и происходит изменение количественного соотношения кристаллических фаз за счет частичного растворения кварца в жидкой фазе.

Таким образом, по своему химико-минералогическому составу, спеканию и фазообразованию при невысоких температурах обжига гранитные отходы являются перспективным компонентом массы для получения дешевой и качественной нитепроводящей гарнитуры.

Детали нитепроводящей гарнитуры имеют, как правило, сложную конфигурацию и изготавливаются по термопластической технологии. В связи с этим на втором этапе исследования было изучено влияние технологических параметров производства на литейные свойства термопластического шликера и спекаемость изделий.

Как известно [1], основными факторами, влияющими на литейную способность шликеров, являются: физико-химическая природа и удельная площадь поверхности твердого порошка, вид и массовая доля термопластической связки, наличие поверхностно-активных добавок и др.

В таблице показано распределение частиц по размерам для

Распределение частиц по размерам ($S_{уд} = 450 \text{ м}^2/\text{кг}$)

Вид порошка	Массовая доля, %, порошка различных фракций, $\times 10^{-6} \text{ м}$				
	> 63	10-63	5-10	1-5	< 1
Гранитные отходы	3,5	55,0	12	20	9,5
Ситаллизирующийся железосодержащий порошок	2,5	52,5	20	21	3,9

порошков с удельной площадью поверхности $450 \text{ м}^2/\text{кг}$. Опытные данные, полученные пикнометрическим методом, представлены для порошка на основе гранитных отходов и для ситаллизирующегося железосодержащего порошка близкого химического состава. $S_{уд}$ порошков определяли по газопроницаемости на пневматическом поверхностемере Т-3. Анализ полученных результатов показывает, что при одинаковых значениях $S_{уд}$ порошок на основе гранитных отходов содержит большее количество частиц ультрадисперсных фракций: от $5 \cdot 10^{-6}$ до $10 \cdot 10^{-6} \text{ м}$ и менее $1 \cdot 10^{-6} \text{ м}$, что, вероятно, связано с геологическими особенностями образования гранитной породы.

Такое распределение частиц по фракциям, а также высокая гидрофильность порошка значительно повышают вязкость η шликеров на основе гидрофобной термопластической связки. Вязкость определяли на ротационном вискозиметре систе-

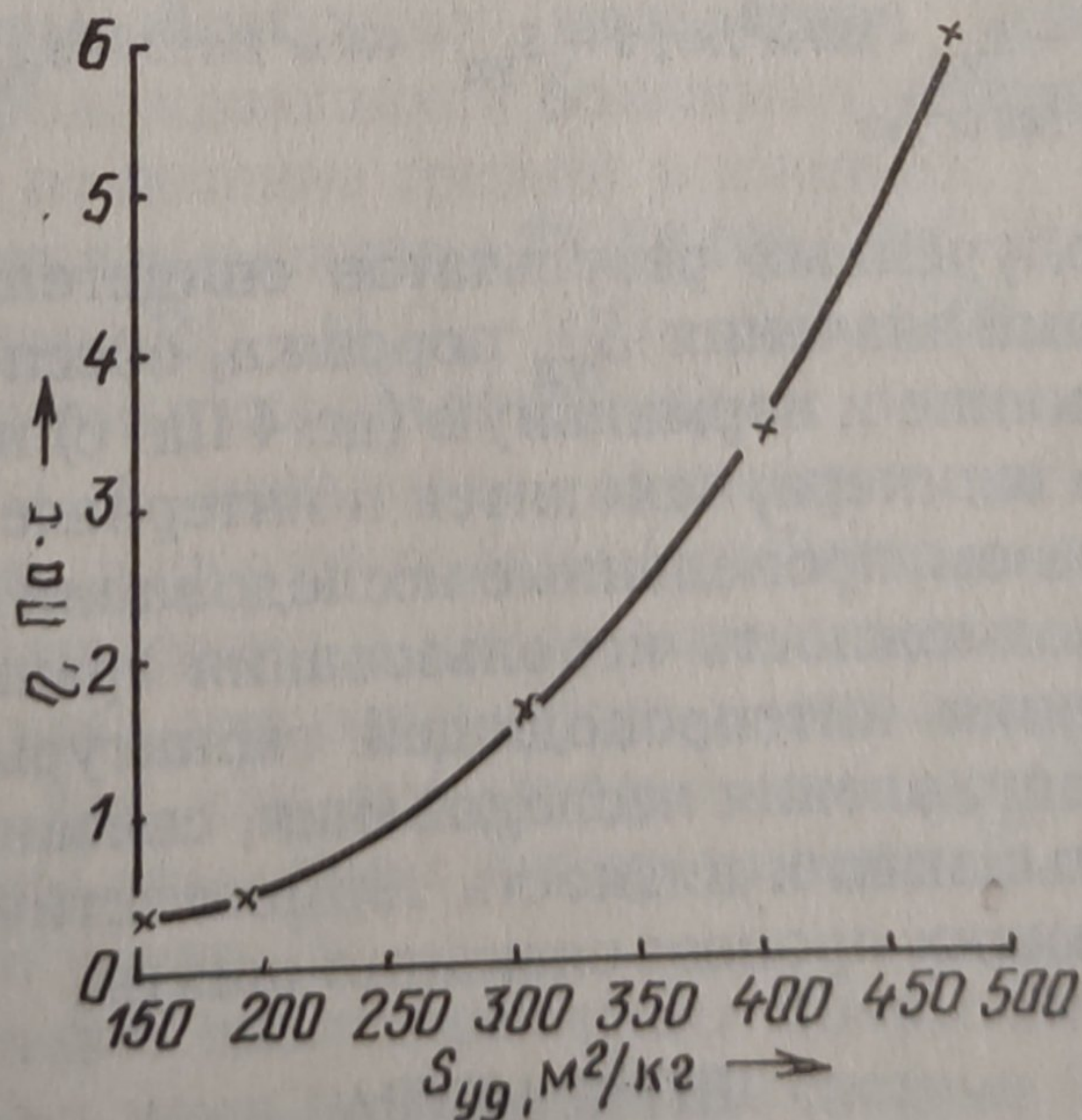


Рис. 2. Влияние удельной площади поверхности порошка на вязкость шликера

мы Волоровича. Для измерения использовали шликера с постоянной массовой долей связки (19,5 % парафина) и ПАВ (0,5 % олеиновой кислоты) при температуре шликера (70 ± 2) °С. Ход кривой на рис. 2 показывает возрастание вязкости шликера с увеличением $S_{уд}$ порошка. Причем вязкость особенно резко возрастает при значениях $S_{уд} > 400 \text{ м}^2/\text{кг}$. Однако, несмотря на увеличение вязкости шликера, рост удельной площади поверхности значительно интенсифицирует спекание изделий [2] (рис. 3), улучшает качество поверхности. Кроме того, образцы с $S_{уд} < 300 \text{ м}^2/\text{кг}$ после обжига имели недостаточную механическую прочность.

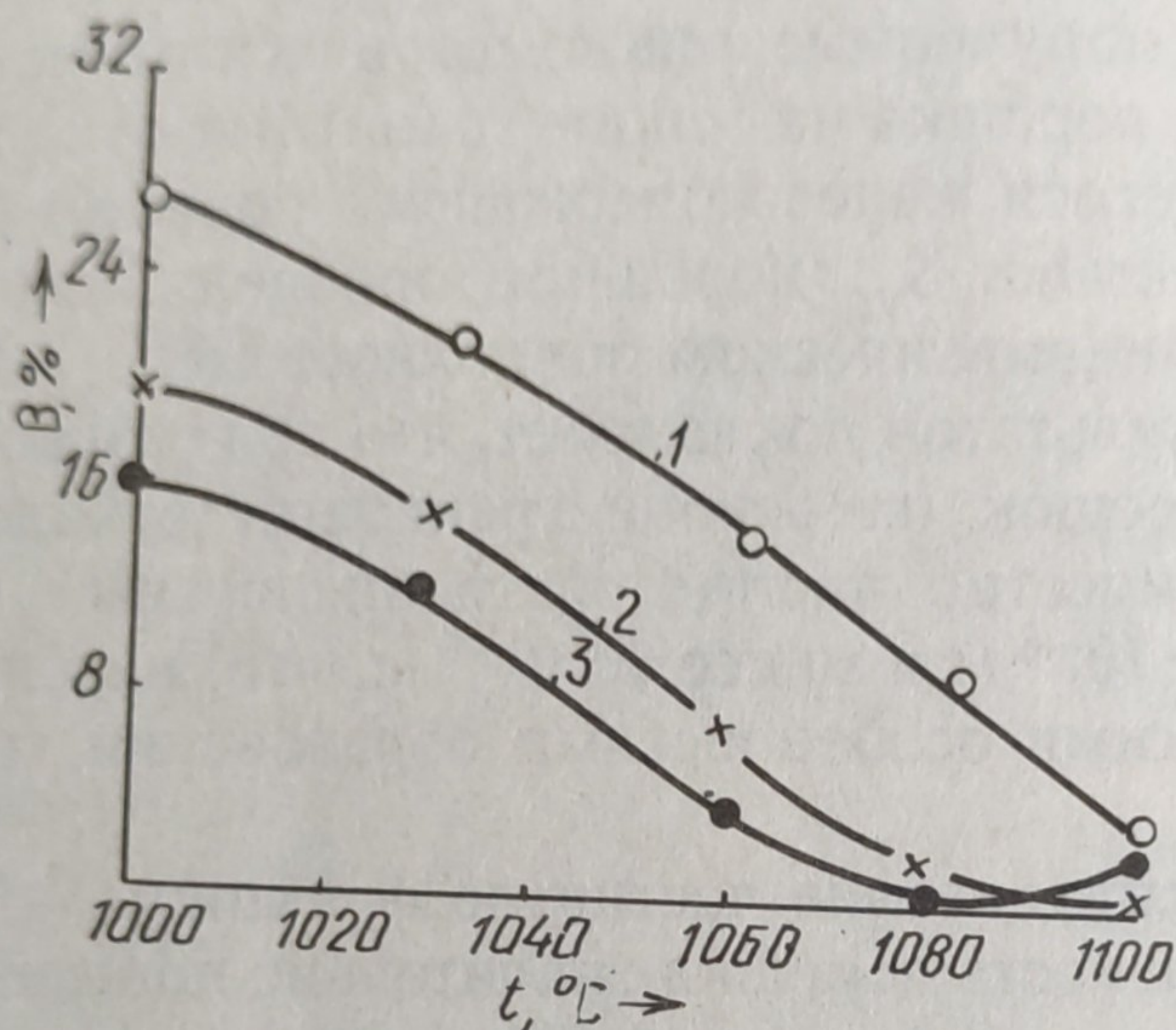


Рис. 3. Влияние удельной площади поверхности порошка на спекаемость изделий:

1 — $S_{уд} = 220 \text{ м}^2/\text{кг}$; 2 — $S_{уд} = 400 \text{ м}^2/\text{кг}$; 3 — $S_{уд} = 500 \text{ м}^2/\text{кг}$

Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что оптимальные значения $S_{уд}$ порошка, обеспечивающие интенсивное спекание и нормальную (до 4 Па·с) вязкость термопластического шликера, находятся в интервале 400–500 м²/кг.

Таким образом, проведенные исследования показали принципиальную возможность использования гранитных отходов для изготовления нитепроводящей гарнитуры. Определены дальнейшие направления исследования, связанные с поиском добавок, уменьшающих вязкость термопластического шликера и регулирующих процесс спекания шихты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Балкевич В. Л. Техническая керамика. — М., 1984. — 255 с.
2. Химическая технология керамики и огнеупоров / Под ред. П. П. Будникова. — Л., 1972. — 552 с.