



## Автоматизированная установка для выращивания профилированных монокристаллов сапфира методом Степанова (EFG)

### Ника-ПРОФИЛЬ

Установка **НИКА-ПРОФИЛЬ** предназначена для промышленного производства монокристаллов профилированного сапфира методом Степанова (EFG). Установка создана на базе современной механики и электроники, распределенных систем сбора и обработки данных, программного обеспечения управления процессом кристаллизации с возможностью адаптивного управления. Индукционный нагрев осуществляется с помощью высокостабильного транзисторного генератора мощностью до 100 кВт. Установка позволяет выращивать кристаллы массой до 10 кг и длиной до 850 мм из тиглей диаметром до 220 мм. Система автоматического управления процессом роста обеспечивает возможность сквозной автоматизации процесса с автоматическим затравливанием. Программный модуль сбора-обработки технологических данных и данных после ростового анализа структуры кристалла позволяет эффективно оптимизировать технологический процесс

#### Адаптивная САУ

Адаптивная (самонастраивающаяся) система автоматического управления диаметром кристалла обеспечивает необходимое качество управления и устойчивость на протяжении всего процесса роста. Существенным преимуществом САУ является наличие нескольких классов автоматических регуляторов, таких как самонастраивающийся PID-регулятор, инкрементальный регулятор, самонастраивающийся предиктор-корректор, который как показала практика, обеспечивает наилучшее качество управления размером и формой кристалла. Мы учитываем особенности процесса заказчика и проводим автоматизацию специальных технологических приемов и процедур.



#### Технические характеристики установки

Температура нагрева	до 2200° С
Диаметр тигля для расплава	220 мм
Масса кристалла	до 10 кг
Чувствительность датчика веса	0.02 г
Рабочий ход верхнего штока	850 мм
Скорость перемещения верхнего штока	от 0,01 до 100.0 мм/мин
Рабочий ход нижнего штока	200 мм
Тип преобразователя	транзисторный (IGBT)
Выходная мощность преобразователя	от 1 до 100 кВт
Шаг изменения мощности	0,0015 кВт
Частота	5–20 кГц
КПД	не ниже 95%
Допустимое отклонение выходной мощности	± 0,05%
Давление инертного газа в камере	не более 1,5×10 <sup>5</sup> Па
Предельный форвакуум	не более 2.6 Па
Давление охлажденной воды	от 200 кПа до 250 кПа



## Automated system for sapphire profiled single crystal growth by the EFG method

### Nika-PROFILE

The system **NIKA-PROFILE** is designed for industrial production of shaped sapphire single crystals by the EFG (Edge Defined Film Fed Growth) method. It was created on the basis of the up-to-date mechanics and electronics, distributed systems of data collection and processing, software for crystallization process management with a possibility of adaptive control. The induction heating is carried out by means of the highly stable transistor generator with maximum power level of up to 100 kW. The equipment allows grow the crystals with a total weight up to 10 kg and 850 mm long, using crucibles with a diameter up to 220 mm. The growth automatic control system makes it possible to provide through automation of the process with automatic seed melting. The program module of the technological data collection and processing after the crystal structure growth analysis allows effective optimization of the technological process.

#### Adaptive ACS

The adaptive (self-adjusting) system for automatic control of a stated crystal profile provides for the necessary amount of control and stability throughout the whole growth process. The significant advantage of the ACS is availability of several classes of automatic regulators, such as self-adjusting PID-regulator, incremental regulator, self-adjusting predictor-corrector which, as the practice has shown, provides for the best quality of a crystal shape control. We take into consideration the features of the customer's process and carry out automation of special processing methods and procedures.



#### Technical characteristics of equipment

Heating temperature	up to 2200° C
Crucible diameter	220 mm
Crystal mass	up to 10 kg
Sensor sensitivity	0.02 g
Operational stroke of upper rod	850 mm
Rate of upper rod movement	from 0,01 to 100.0 mm/min
Operational stroke of lower rod	200 mm
Type of converter	transistored (IGBT)
Output power of converter	from 1 to 100 kW
Increment of converter power	0,0015 kW
Frequency	5–20 kHz
Efficiency	min. 95%
Permissible deviation of output power	± 0,05%
Inert gas pressure in chamber	max. $1,5 \times 10^5$ Pa
Limit primary vacuum	max. 2.6 Pa
Cooling water pressure	from 200 kPa to 250 kPa

#### Experimental Factory for Scientific Engineering of the Russian Academy of Sciences (EZAN)

9 Academician Semenov prospekt, Chernogolovka, Moscow Region, Russia 142432

Phone: +7 (495) 993-37-57, 993-49-69, 702-95-74 • Fax: +7 (496-52) 4-95-88

E-mail: sales@ezan.ac.ru, info@ezan.ac.ru • Web-site: www.ezan.ac.ru