

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 219339

### УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРОБИВКИ КРИОЛИТОГЛИНОЗЕМНОЙ КОРКИ АЛЮМИНИЕВОГО ЭЛЕКТРОЛИЗЕРА

Патентообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет" (RU)*

Авторы: *Шестаков Алексей Константинович (RU), Петров Павел Андреевич (RU), Николаев Михаил Юрьевич (RU)*

Заявка № 2023109899

Приоритет полезной модели 19 апреля 2023 г.

Дата государственной регистрации  
в Государственном реестре полезных  
моделей Российской Федерации 12 июля 2023 г.

Срок действия исключительного права  
на полезную модель истекает 19 апреля 2033 г.

Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

Ю.С. Зубов





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
C25C 3/14 (2023.05)

(21)(22) Заявка: 2023109899, 19.04.2023

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
19.04.2023

Дата регистрации:  
12.07.2023

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 19.04.2023

(45) Опубликовано: 12.07.2023 Бюл. № 20

Адрес для переписки:  
190106, Санкт-Петербург, 21 линия, В.О., 2,  
ФГБОУ ВО "СПбГУ", Патентно-  
лицензионный отдел

(72) Автор(ы):

Шестаков Алексей Константинович (RU),  
Петров Павел Андреевич (RU),  
Николаев Михаил Юрьевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Санкт-Петербургский горный  
университет" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: WO 2009/074319 A1, 18.08.2009. RU  
2556160 C2, 10.07.2015. RU 2413798 C1,  
10.03.2011. RU 2378418 C2, 10.01.2010. RU  
2175028 C1, 20.10.2001.

## (54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРОБИВКИ КРИОЛИТОГЛИНОЗЕМНОЙ КОРКИ АЛЮМИНИЕВОГО ЭЛЕКТРОЛИЗЕРА

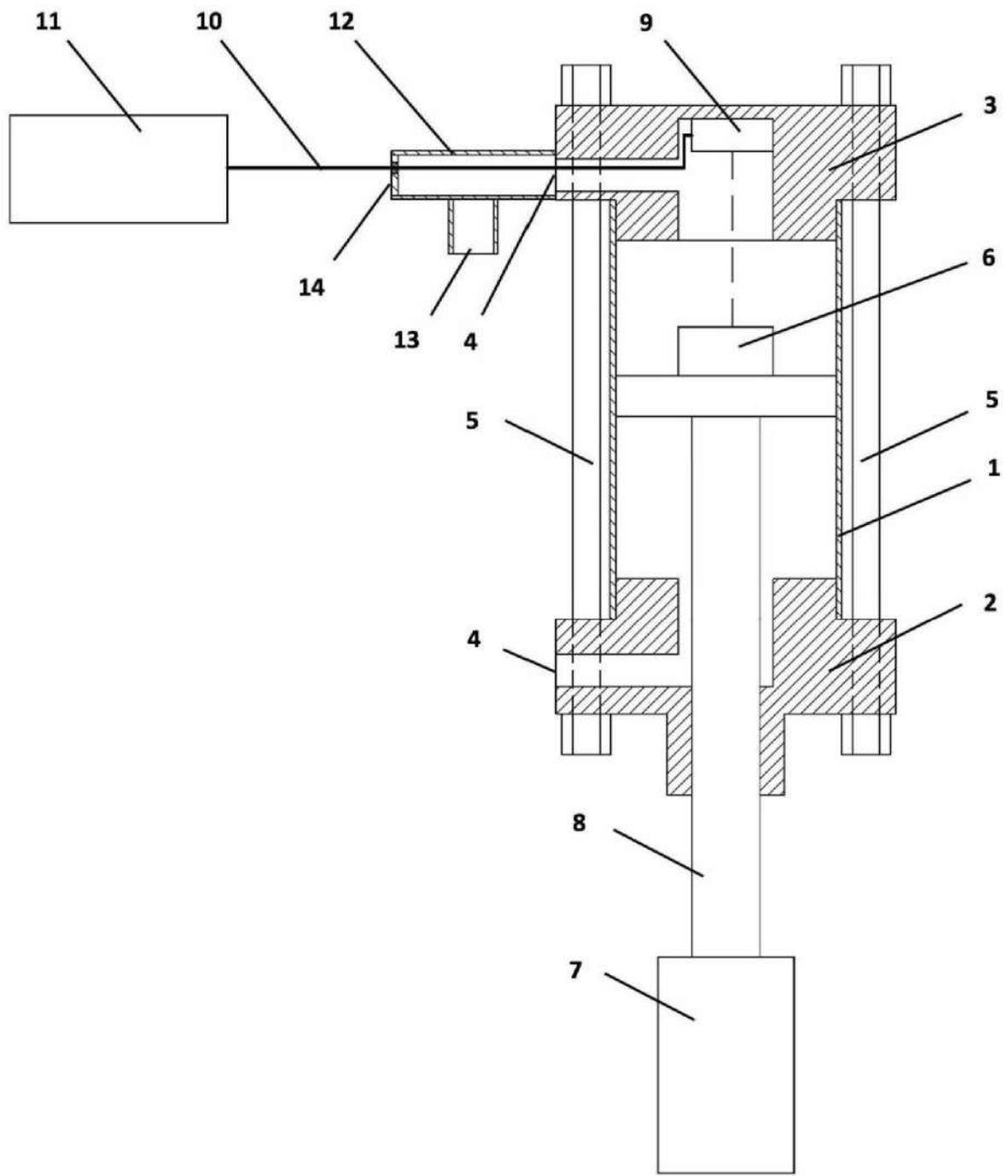
(57) Реферат:

Полезная модель относится к цветной металлургии. Устройство для пробивки криолитоглиноземной корки алюминиевого электролизера содержит корпус и датчик для определения хода штока поршня цилиндра. Корпус включает пневмоцилиндр с поршнем, соединенным со штоком и наконечником пробойного устройства и установленным с возможностью перемещения внутри корпуса. Устройство снабжено тройником. Задняя крышка корпуса выполнена с пазом на центральной части внутренней поверхности и отверстием, расположенным в боковой поверхности. Датчик для определения хода штока поршня цилиндра

выполнен в виде лазерного дальномера и установлен с возможностью съема в пазу. Выход лазерного дальномера выполнен с возможностью соединения посредством кабеля со входом контроллера. Тройник установлен с возможностью съема в отверстии и выполнен с выходами. Один из выходов выполнен в виде вывода для подключения пневмолинии для приведения в действие поршня. Другой выход выполнен в виде герметичного ввода, выполненного с возможностью установки кабеля. Техническим результатом является повышение точности контроля пробития криолитглиноземной корки. 2 ил.

RU 219339 U1

RU 219339 U1



Фиг. 1

Полезная модель относится к цветной металлургии, в частности к электролитическому производству алюминия, и может быть использована на электролизерах для пробивки криолитоглиноземной корки, а также для измерения уровня электролита.

Известно устройство для пробивки корки (патент РФ №2556160, опубл. 10.07.2015),  
5 содержащее пневмоцилиндр, имеющий корпус, поршень, установленный с возможностью осевого перемещения внутри корпуса, и шток, закрепленный на поршне и выведенный через отверстие в корпусе с возможностью перемещения штока между крайним выдвинутым и крайним втянутым положениями при осевом перемещении поршня, электронный блок управления и клапанную систему, управляемую электронным блоком  
10 управления и связанную рабочими линиями с под поршневой камерой и над поршневой камерой, находящимися в корпусе пневмоцилиндра, по меньшей мере одну металлическую пластину, неподвижно установленную внутри корпуса пневмоцилиндра и определяющую крайнее положение поршня или штока, причем металлическая пластина и поршень электрически связаны с блоком управления таким образом, что контакт  
15 поршня с металлической пластиной вызывает замыкание электрической цепи, сигнализирующей блоку о достижении поршнем и штоком поршня крайнего положения. Обеспечивается возможность простыми средствами надежно и точно сигнализировать о достижении поршнем крайнего положения.

Недостатком устройства является погружение пробойного устройства в слой  
20 электролита, что приводит к налипанию электролита на наконечник пробойного устройства и его увеличенному износу.

Известно устройство для пробивания корки, предназначенное для пробивания корки, образовавшейся на поверхности ванны жидкого металла (патент РФ №2413798, опубл. 2011.03.10), содержащее работающий на жидкой рабочей среде цилиндр двойного  
25 действия, поршневой шток которого снабжен долбежным элементом, а обе, разделенные поршнем, рабочие камеры с помощью клапанной системы могут быть нагружены, на выбор, более высоким и более низким давлением жидкой рабочей среды. Цилиндр снабжен устройством замера перемещений. Контрольные средства служат для наблюдения за задаваемой характеристикой зависимости пути от времени или за  
30 задаваемой характеристикой скорости при движении вперед в направлении корки долбежного элемента. Управляющее устройство служит для переключения с более низкого на более высокое давление жидкой рабочей среды, начиная с устанавливаемого отклонения от заданного хода кривой, и для этого соединено с клапанной системой. Технический результат - сокращение потребления энергии при функционировании.

Недостатком устройства является жидкая рабочая среда цилиндра (масло), которая  
35 при нарушении герметичности системы и ее попадании на нагретые элементы конструкции электролизера может привести к возникновению пожара.

Известно пневмоцилиндр одностороннего действия с магнитом и магнитным датчиком под оболочкой на общем основании с подпоршневым пространством,  
40 соединенным с атмосферой (патент РФ №146727, опубл. 20.10.2014), содержащее пневмоцилиндр одностороннего действия с магнитом, магнитным датчиком, гильзой с верхней и нижней крышками, соединенными фитингами, трубками с источником сжатого воздуха, поршнем и штоком, отличающийся тем, что имеет общее основание, в которое вмонтирован корпус с поршнем и штоком, причем подпоршневое  
45 пространство соединено с атмосферой, а сверху накрыт оболочкой, герметически соединенной с основанием, и через цанговый фитинг и шланг соединенной с источником сжатого воздуха. Техническим результатом является защита магнитного датчика от посторонних магнитных полей; ликвидация ненужного сопротивления поршня при

нажатии на него; уменьшение динамических возмущений на магнитный датчик; защита магнитного датчика от механических повреждений.

Недостатком устройства является необходимость использования в качестве материала защитной оболочки ферромагнетики для защиты магнитного датчика от переменного магнитного поля, возникающего в процессе электролиза, а также низкая точность измерения величины выдвигания штока пневмоцилиндра.

Известно устройство управления ходом пробойника в системе питания электролизера для получения алюминия (патент РФ №2378418, опубл. 10.01.2010), содержащее пробойник, предназначенный для пробивания корки и вхождения в контакт с расплавом, средства обнаружения электрического контакта между пробойником и расплавом, представляющие собой электрическую цепь для измерения сигнала между пробойником и точкой электролизера, взятой за контрольную электрическую точку, и немедленного воздействия на привод для обеспечения вертикального перемещения пробойника вверх при достижении заданного значения сигнала. Электрическая цепь соединена с пробойником или штоком пробойника соединительными средствами, обеспечивающими точечный контакт по меньшей мере в одной точке между цепью и пробойником или штоком пробойника под воздействием упругих средств, толкающих их соответственно в направлении пробойника или штока пробойника. Обеспечиваются возможность точного обнаружения момента контакта пробойника с расплавом, исключение забивания пробойника коркой электролита.

Недостатком устройства является метод обеспечения точечного контакта, а именно необходимость нарушения герметичности корпуса пневмоцилиндра (с последующим восстановлением) для установки контактного соединения штока пневмоцилиндра с электрической цепью. Однако при продолжительной эксплуатации модифицированного пневмоцилиндра возможна потеря герметичности из-за износа штока в месте осуществления контакта.

Известно устройство пробойник для систем автоматизированного питания алюминиевых электролизеров (патент РФ № 2175028, опубл. 20.10.2001), содержащее пробойник, снабженный средством для регулируемого ограничения хода штока в осевом направлении, выполненным в виде стопора, шкворня и опорных планок для укладки стопора, размещенных по длине корпуса пробойника и укрепленных на его стенках. Шарнирный узел штока снабжен фланцем для взаимодействия с упомянутым стопором.

Недостатком устройства является ручной способ ограничения хода штока пробойного устройства, предполагающий переустановку стопора в зависимости от уровня электролита, который также отслеживается в ручном режиме, что приводит к увеличению риска его ошибочной оценки с последующим налипанием электролита на наконечник пробойного устройства.

Известно устройство для измерения уровня металла в электролизной ванне (патент WO 2009/074319 A1, опубл. 18.06.2009), принятый за прототип. Устройство содержит пневмоцилиндр с долотом, который пробивает криолитоглиноземную корку, образующуюся в процессе электролиза, линейный датчик перемещения для определения подъема штока поршня пневмоцилиндра выход которого соединен с клеммой электронного блока. Другая клемма электронного блока подключена к катоду алюминиевого электролизера для создания между наконечником пробойного устройства и катодом электрической цепи с переменным током. Поскольку линейный датчик регистрирует ход поршневого штока и долота, в сочетании с измеренным электрическим током через электронный блок можно измерить уровень различных слоев.

Недостатком известного технического решения является низкая точность измерения уровней металла и электролита из-за использования в качестве линейного датчика перемещения датчика Холла, показания которого подвержены помехам при использовании в среде с переменным магнитным полем.

5 Техническим результатом является повышение точности контроля пробития криолитоглиноземной корки.

Технический результат достигается тем, что оно снабжено тройником, задняя крышка корпуса выполнена с пазом на центральной части внутренней поверхности и отверстием, расположенным в боковой поверхности, датчик для определения хода штока поршня цилиндра выполнен в виде лазерного дальномера и установлен с возможностью съема в пазу, при этом выход лазерного дальномера выполнен с возможностью соединения посредством кабеля со входом контроллера, тройник установлен с возможностью съема в отверстии и выполнен с выходами, причем один из выходов выполнен в виде вывода для подключения пневмолинии для приведения в действие поршня, а другой в виде герметичного ввода, выполненного с возможностью установки кабеля.

Устройство для пробивки криолитоглиноземной корки алюминиевого электролизера поясняется следующей фигурой:

фиг. 1 - общий вид устройства;

фиг. 2 - график сравнения значений, полученных с лазерного дальномера при нагреве до 120°C с действительной величиной выдвигания штока, где пробойного устройства

1 – корпус;

2 – передняя крышка;

3 – задняя крышка;

4 – отверстие;

25 5 – крепеж;

6 – поршень;

7 – наконечник;

8 – шток;

9 – лазерный дальномер;

30 10 – кабель;

11 – контроллер;

12 – тройник;

13 – вывод для подключения пневмолинии;

14 – герметичный ввод.

35 Устройство для пробивки криолитоглиноземной корки алюминиевого электролизера содержит корпус 1, выполненный в форме цилиндра, на котором крепежом 5 закреплена с возможностью съема передняя крышка 2. В центре передней крышки 2 выполнено отверстие для штока 8, а в боковой поверхности отверстие 4 с возможностью подвода и отвода сжатого воздуха. С другой стороны корпуса 1 крепежом 5 закреплена, с  
40 возможностью съема задняя крышка 3, в центральной части внутренней поверхности задней крышки 3 выполнен паз, в который установлен с возможностью съема датчик для определения хода штока поршня цилиндра, в качестве которого используют лазерный дальномер 9. Поршень 6 соединен со штоком 8, а затем с наконечником 7. Поршень 6 установлен с возможностью перемещения внутри корпуса 1. Выход лазерного  
45 дальномера 9 соединен через кабель 10 со входом контроллера 11. В боковой поверхности в задней крышке 3 выполнено отверстие 4, в которое установлен с возможностью съема тройник 12, один из выходов которого вывод для подключения пневмолинии 13 и отвода сжатого воздуха, а другой - герметичным вводом 14, в который

установлен кабель 10.

Устройство для пробивки криолитоглиноземной корки алюминиевого электролизера устанавливается в систему автоматической подачи глинозема (АПГ) на анодную раму и работает следующим образом. Поршень 6 приводится в действие сжатым воздухом, который поступает через вывод для подключения пневмолинии 13. Наконечник пробойного устройства 7 пробивает криолитоглиноземную корку (на фиг. не показано). В момент касания наконечника электролита происходит замыкание измерительной цепи (на фиг. не показано) и сигнал передается на контроллер 11. Лазерный дальномер 9 фиксирует величину выдвижения штока 8, передает данные на контроллер 11, который в соответствии с алгоритмом автоматически пересчитывает величину выдвижения штока в высоту электролита. Точность датчика для определения хода штока поршня цилиндра, в качестве которого используют лазерный дальномер 9, т.е. величину максимального расхождения между показаниями реального и идеального датчиков выразим через относительную погрешность

$$\delta = \left| \frac{\Delta}{X_d} \right| \cdot 100 = \left| \frac{X_d - X_{\text{изм\_max}}}{X_d} \right| \cdot 100 = \left| \frac{100 - 104,15}{100} \right| \cdot 100 = 4,15\%$$

Точность датчика подтверждается графиком (фиг. 2) на котором показано сравнение полученных значений с лазерного дальномера при нагреве до 120°C с действительной величиной выдвижения штока пробойного устройства.

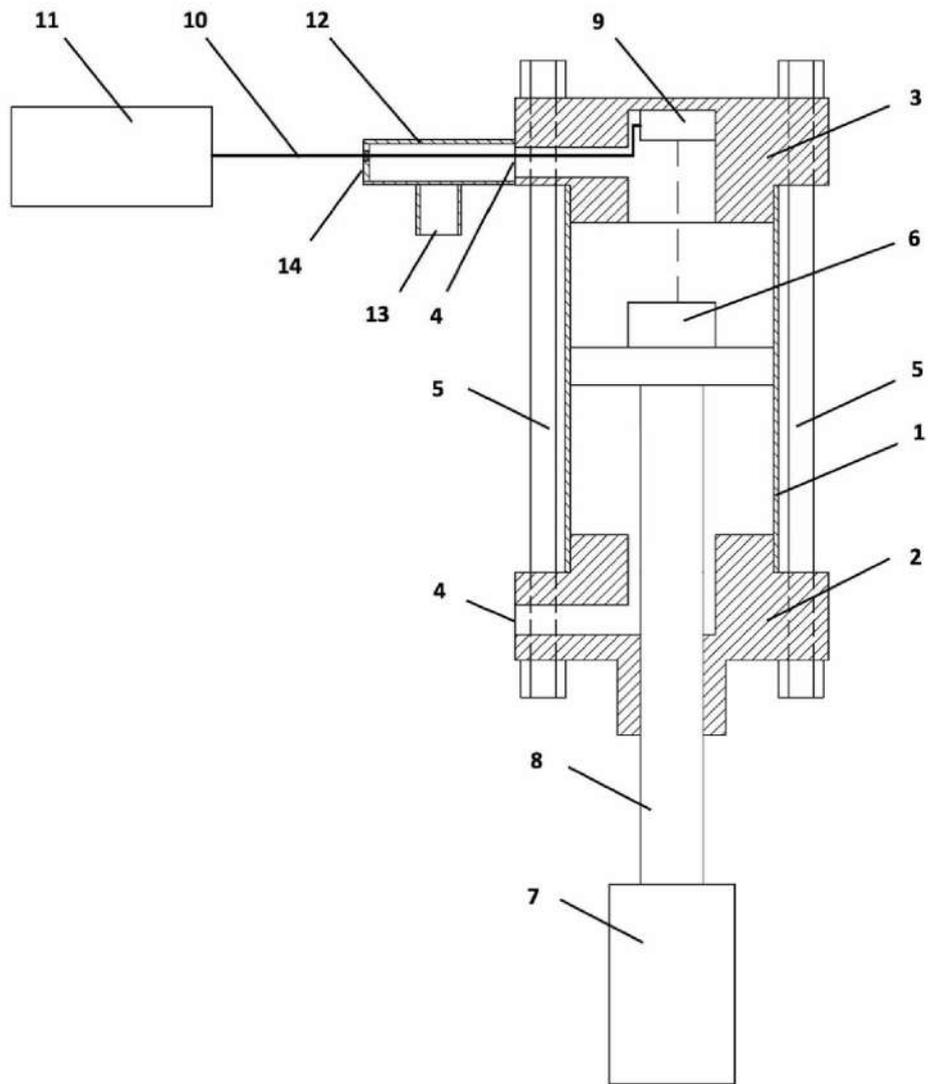
После расчета уровня электролита в соответствии с алгоритмом контроллер 11 осуществляет расчет уставки порции глинозема, подаваемой в электролизную ванну.

Преимуществом лазерного дальномера перед стандартным методом определения величины выдвижения штока пневмоцилиндра с использованием датчика Холла является возможность осуществления непрерывного измерения во всем диапазоне хода штока в переменном магнитном поле, возникающим в процессе электролиза криолитоглиноземного расплава и вносящим ошибки в процесс измерения при использовании датчиков Холла.

#### (57) Формула полезной модели

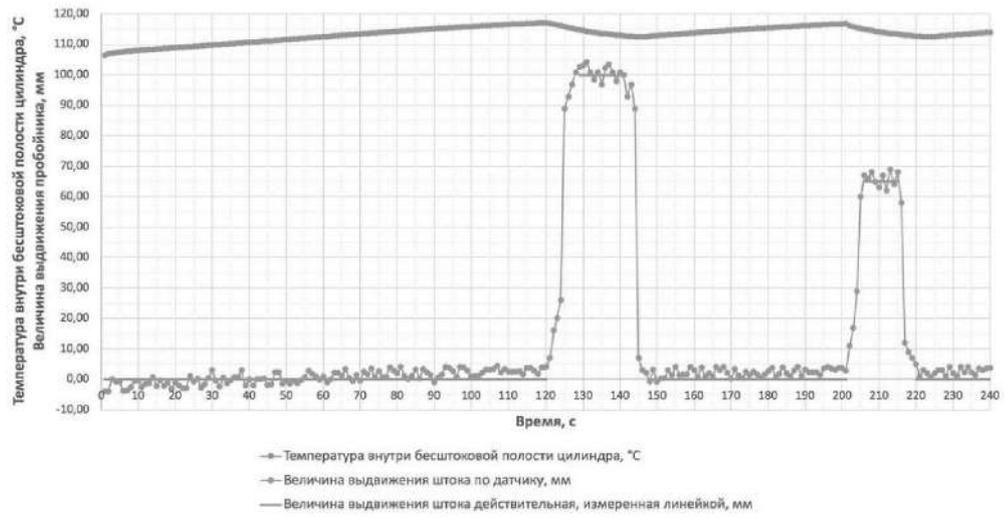
Устройство для пробивки криолитоглиноземной корки алюминиевого электролизера, содержащее корпус, с одной стороны которого закреплена с возможностью съема задняя крышка, корпус включает пневмоцилиндр с поршнем, соединенным со штоком и наконечником пробойного устройства и установленным с возможностью перемещения внутри корпуса, датчик для определения хода штока поршня цилиндра, отличающееся тем, что оно снабжено тройником, задняя крышка корпуса выполнена с пазом на центральной части внутренней поверхности и отверстием, расположенным в боковой поверхности, датчик для определения хода штока поршня цилиндра выполнен в виде лазерного дальномера и установлен с возможностью съема в пазу, при этом выход лазерного дальномера выполнен с возможностью соединения посредством кабеля со входом контроллера, тройник установлен с возможностью съема в отверстии и выполнен с выходами, причем один из выходов выполнен в виде вывода для подключения пневмолинии для приведения в действие поршня, а другой в виде герметичного ввода, выполненного с возможностью установки кабеля.

1



Фиг. 1

2



Фиг.2