

Изобретение относится к области порошковой металлургии, в частности, к устройствам для горячего прессования тонких пластин преимущественно из высокоомных тугоплавких композиционных соединений путем пропускания тока.

Известна установка для горячего прессования изделий из порошков, преимущественно тугоплавких соединений (см.: А.с. 1412130, М.кл.⁴ B22F3/14 от 23.07.86), содержащая гидропривод, пресс с верхней подвижной и нижней плитами, установленный между плитами индуктор и размещенную внутри индуктора матрицу с пуансонами, устройство радиального поджима частей матрицы. В промышленности на таких установках спекают пластины из **AlN, Si₃N₄, SiC**. Недостатком установки является большое рассеяние тепловой энергии из-за того, что нагрев идет с поверхности размещенного в индукторе графитового нагревателя и температура на его рабочем торце будет всегда ниже, чем на нагреваемой поверхности. Кроме того, эффективность разогрева такого нагревателя значительно снижается с уменьшением соотношения его высоты к диаметру. Поэтому при спекании тонких пластин большая часть энергии тратится на разогрев более высокого нагревателя - пуансона.

Наиболее близкой к заявляемому решению по технической сущности является установка для спекания изделий из высокоомных композиционных материалов прямым пропусканием тока через пресс-форму, где нагрев заготовки осуществляется с периферии (см.: Кипарисов С.С., Либенсон Г.А. Порошковая металлургия. - М.: Металлургия, 1991. - 432с.).

Установка содержит пресс с плитами, по крайней мере одна из которых подвижна, устройство для электронного нагрева с токоподводами, а также сменный технологический узел с матрицей и пуансоном. Матричная полость образована матрицей из электропроводного материала и токоподводами, расположенными вдоль оси установки и контактирующими с матрицей по ее внутренней поверхности. В данном устройстве усилие прессования направлено вдоль направления тока. Недостатком устройства является большое рассеяние тепловой энергии, из-за того, что нагрев заготовки происходит с периферии от токопроводящей матрицы. Кроме того, температура в центре заготовки всегда ниже, чем на периферии. Поэтому если применить это устройство в настоящем изобретении для спекания пластин, все дефекты структуры с высокой концентрацией примесей и добавок будут перемещаться в центр пластины. Если же попытаться как-то расположить пластину вдоль прохождения тока (т.е. вдоль направления прессования), то невозможной будет ее усадка и, тем более, невозможно будет сохранить плоскостность в разумных технологических пределах.

В основу изобретения поставлена задача создания установки для горячего прессования пластин из высокоомных тугоплавких композиционных материалов пропусканием тока, в которой путем усовершенствования конструкции технологического узла обеспечивается возможность получения однородных свойств пластины по всей ее поверхности, равномерность

усадки и плоскостность и, как следствие, качество изделий, а также снижение расхода электроэнергии и дорогостоящего графита.

Поставленная задача решается тем, что в установке для горячего прессования пластин из высокоомных тугоплавких композиционных материалов пропусканием тока, содержащем пресс с плитами, по крайней мере, одна из которых подвижна и устройство для электронного нагрева с токоподводами, а также сменный технологический узел с матрицей и пуансоном, согласно изобретению, сменный технологический узел снабжен плоским нагревателем, установленным перпендикулярно оси пуансона и ограничивающим по одному из торцов матричную полость, пуансон и матрица выполнены из теплоизоляционного неэлектропроводного материала, а токоподводы контактируют с нагревателем по его боковым поверхностям.

Сменный технологический узел может быть выполнен двухместным, при этом последний снабжен расположенными симметрично относительно нагревателя, аналогично упомянутому пуансоном и матрицей.

Кроме того, для обеспечения усадки нижней пластины технологический узел установлен с возможностью поступательного перемещения вдоль оси пуансонов.

Для получения правильной геометрии спекаемых пластин на торцевых плоскостях пуансонов, обращенных к нагревателю, размещены прокладки из графитопласта.

Причинно-следственная связь между отличиями и достигаемыми техническими результатами состоит в следующем.

В разработанной установке прессование происходит в вертикальном направлении, а токоподводы, прижимаясь к торцам нагревателя, обеспечивают протекание по нему тока вдоль поверхности спекаемой пластины в направлении перпендикулярном к направлению прессования, то есть в горизонтальном направлении.

При протекании тока по нагревателю с постоянным сечением происходит практически равномерное выделение тепла по всей его длине. Однако, из-за утечки тепла через охлаждаемые токопроводы, создается градиентное температурное поле с максимальной температурой в центре. Поэтому благодаря непосредственному контакту поверхности спекаемой пластины с нагревателем имеет место локализация тепла на этой поверхности с максимальной температурой в зоне А. При этом температуры о спекаемой пластине уменьшаются как в сторону противоположной от нагревателя поверхности, так и от середины к периферии. Такая конфигурация температурного поля способствует вытеснению дефектов структуры с высокой концентрацией примесей и добавок не только в сторону противоположной поверхности, но и от середины к периферии. Это способствует формированию более совершенной структуры в центральной части пластины (дефектные области на противоположной поверхности и на периферии затем сошлифовываются) и повышение ее физико-механических свойств (прочности, теплопроводности, обрабатываемости лазером).

В варианте технологического узла для спекания одновременно двух пластин нагреватель ограничивает одновременно две матричные

полости, расположенные по обеим его плоскостям с наибольшей площадью симметрично его срединной плоскости, пресс имеет дополнительные направляющие для независимого от плит перемещения сменного технологического узла в направлении оси пуансонов, а электроконтактные поверхности нагревателя выполнены с возможностью скольжения в направлении оси пуансонов по электроконтактным поверхностям подпружиненных токоподводов.

Для получения правильной геометрии спекаемых пластин применяют промежуточные прокладки из графитопласта, которые располагают между спекаемой заготовкой и пуансонами из теплоизоляционного материала.

С целью продления срока службы огнеупорных элементов и повышения технологичности извлечения спекаемых пластин, между теплоизоляционными элементами матрицы и нагревателем, а также между спекаемой заготовкой, размещена графитоткань.

Так как для спекания тонких пластин требуется малый ход пуансона, вертикально подвижная плита прессы имеет мембранный привод.

Нагреватель выполнен из графита.

Теплоизолирующие плиты и матрица выполнены из высокоогнеупорных теплоизоляционных материалов (преимущественно на основе диоксида циркония). Прокладки, опора, клинья выполнены из жаропрочного никелевого сплава ЗИ437Б (ХН77Т10Р) с низкой теплопроводностью. Все это позволяет значительно уменьшить рассеивание тепла из зоны спекания и, следовательно, снизить расход электроэнергии. Прокладки из графитопласта позволяют сохранить правильную геометрию спекаемых пластин.

В процессе спекания, из-за близости проводника с током диффузионные процессы в шихте интенсифицируются сильными электрическими и магнитными полями, что ускоряет массоперенос и сокращает время спекания.

На фиг.1 изображен общий вид предлагаемой установки с технологическим узлом для спекания одной пластины; на фиг.2 - то же, с технологическим узлом для спекания одновременно двух пластин; на фиг.3 - сечение А - А на фиг.2.

Установка (фиг.1) содержит пресс, включающий верхнюю 1 и нижнюю 2 (подвижную) водоохлаждаемые плиты и устройство для электронгрева с попарно установленными симметрично продольной оси установки водоохлаждаемыми токоподводами 3 со сменными графитовыми колодками 4 и пружинами 5, а также источник тока (трансформатор) 6.

Сменный технологический узел для спекания одной пластины, устанавливаемый между плитами 1, 2 прессы, включает матрицу 7, в которую входит пуансон 8, размещенный между двумя прокладками из жаропрочного сплава 9 и из графитопласта 10. Пуансон 8 и матрица 7 выполнены из теплоизоляционного неэлектропроводного материала. Сменный технологический узел снабжен плоским нагревателем 11, установленным перпендикулярно оси пуансона 8 и ограничивающим по одному из торцов матричную полость. Токоподводы 3 и колодки 4 контактируют с нагревателем 11 по его

боковым поверхностям. Между элементами сменного технологического узла прокладывается графитоткань 12. Эта сборка устанавливается на опорную плиту 13 из теплоизоляционного материала, плиту из жаропрочного сплава 14, скрепляется обоймой 15 и фиксируется поперечинами 16.

Вариант сменного технологического узла для спекания одновременно двух пластин (фиг.2) включает нагреватель 11 и попарно симметрично расположенные относительно его срединной плоскости матрицу 7, прокладку из графитопласта 10, пуансоны из теплоизоляционного материала 8, прокладки из жаропрочного сплава 9. Все это скрепляется обоймой 15 и фиксируется поперечинами 16. Для работы с технологическим узлом для спекания двух пластин пресс оборудован дополнительными вертикальными направляющими: задней 17 и передней 18 (см. фиг.3).

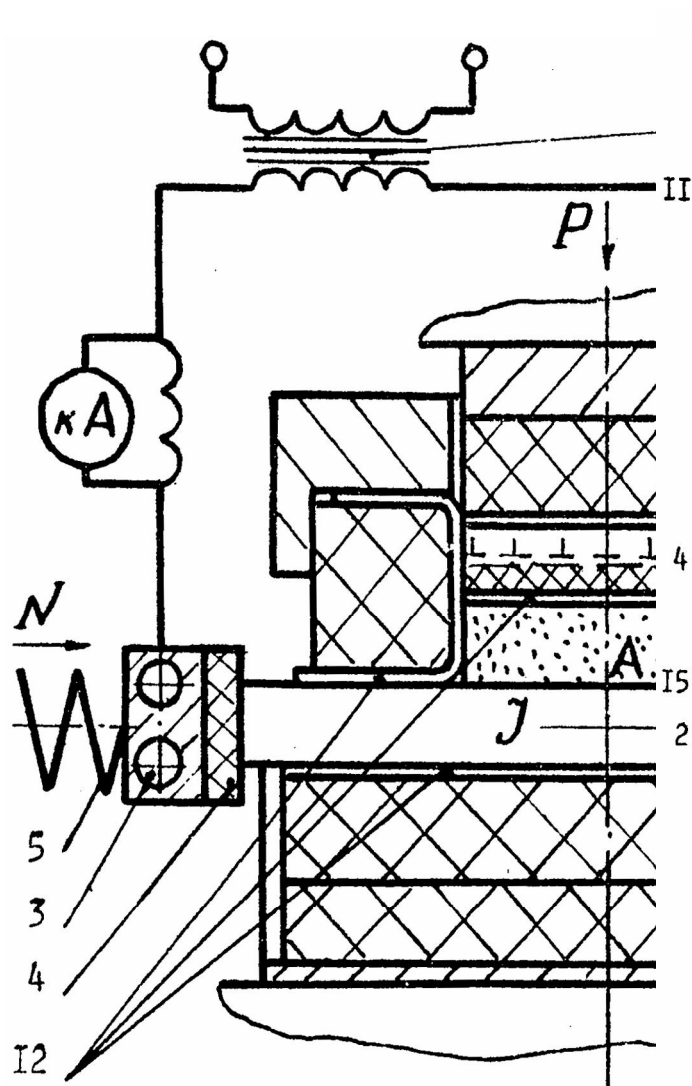
Установка работает следующим образом. Перед спеканием собирается технологический узел.

При сборке технологического узла для спекания одной пластины (см. фиг.1) в обойме 15 последовательно устанавливают плиту 14, опорную плиту 13 и нагреватель 11 так, чтобы контактные торцы нагревателя выступали за края обоймы 15. Затем сверху на нагревателе 11 монтируют и закрепляют в обойме 15 поперечные и продольные бруски из огнеупора на основе диоксида циркония, обматывая их рабочие поверхности графитотканью 12, в результате чего образуется матрица 7. В рабочую полость матрицы 7 засыпают спекаемый порошок 19, разравнивают, накрывают сверху пуансоном 8, прокладками 9 и 10 и скрепляют поперечинами 16.

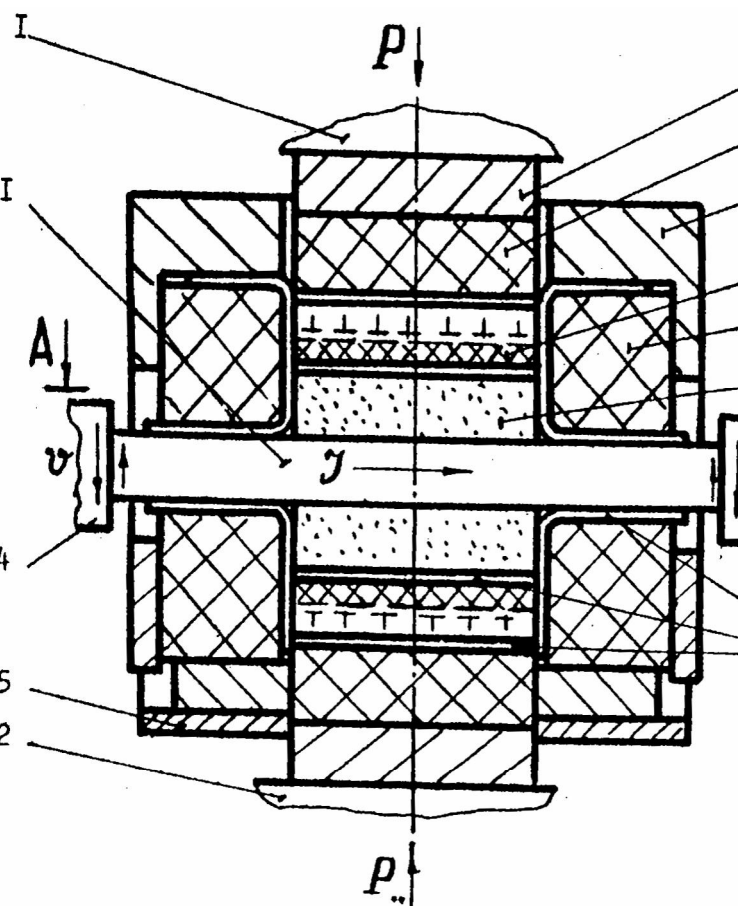
При сборке технологического узла для спекания одновременно двух пластин (фиг.2) на специальной технологической подставке (на чертеже условно не показана), прикрепленной к обойке 15, предназначенной для удержания нижнего пуансона от выпадения, монтируют сначала нижнюю часть. Затем устанавливают нагреватель 11 и монтируют верхнюю часть, закрепляя всю сборку в обойке 15 (технологическая подставка снимается при установке узла на прессе).

Сменный технологический узел устанавливают между плитами 1 и 2 прессы. При этом сменный технологический узел для спекания одновременно двух пластин устанавливают таким образом, чтобы задняя направляющая (фиг.3) 20 на его обойме 15 вошла в соответствующую направляющую 17 на прессе. После этого вынимают технологическую подставку и ставят на прессе переднюю направляющую 18 так, чтобы она охватила соответствующую направляющую 21 на обойме 15 сменного технологического узла.

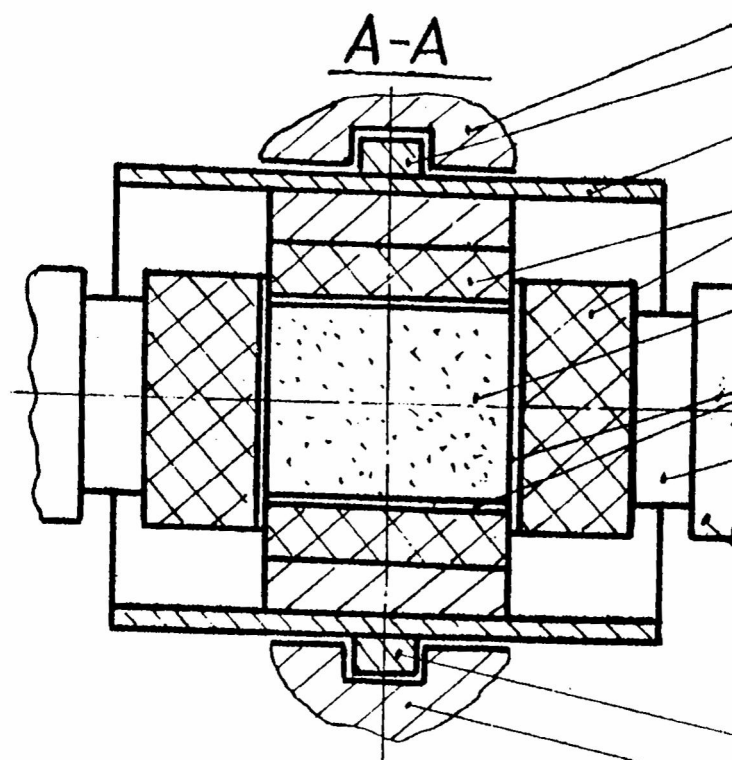
Узел поджимают с требуемым усилием. Затем с помощью пружин 5 через токоподводы 3 с графитовыми колодками 4 поджимают к боковым плоскостям нагревателя 11 и включают ток. Контроль за температурой нагревателя 11 производят с помощью пирометра через смотровые отверстия. После достижения требуемой температуры и выдержки нагрев выключают, охлаждают изделие, разгружают пресс, разбирают технологический узел и извлекают готовую пластину.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3