

работки эффективных радиотехнических систем (РТС) поиска углеводородов.

3. Проведённый анализ отражательных характеристик и поверхностного импеданса среды над УВЗ в режиме двухчастотного взаимодействия позволяет определить частоты и амплитуды, при которых наблюдаются изменения электродинамических параметров среды над залежью, которые могут быть положены за основу построения методов поиска и выделения УВЗ.
4. Технические решения, позволяющие повысить точность выделения границ УВЗ, снизить массу и габариты устройства для ведения разведки.
5. Способы поиска, разведки и оконтуривания УВЗ на исследуемых участках земной поверхности, обеспечивающие повышение эффективности и точности выделения залежей углеводородов.

Аннотация

Предметом исследований являются методы и аппаратные средства для качественного повышения эффективности поиска и выделения залежей углеводородов на основе использования многочастотных сигналов. Результаты исследования получены путем математического и экспериментального моделирования процесса взаимодействия электромагнитных волн и углеводородных залежей в режиме многочастотных сигналов.

Summary

The Subject of the research is the methods and equipment for the quality rise of the efficiency and isolation of hydrocarbon deposits on the basis of polyfrequency signal usage. The results of the research have been obtained by means of the mathematical and experimental modelling of the process of the electromagnetic waves and hydrocarbon deposits interaction in the polyfrequency signal rate.

УДК 621.762

ОПТИМИЗАЦИЯ ГЕОМЕТРИИ ЭЛАСТИЧНОГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ СУХОГО ИЗОСТАТИЧЕСКОГО ПРЕССОВАНИЯ ПОРОШКОВЫХ ИЗДЕЛИЙ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ

Д.И. Божко, Л.С. Богинский

*Белорусский национальный технический
университет,*

*Институт повышения квалификации и
переподготовки кадров по новым направлениям
развития техники, технологии и экономики
минобразования РБ*

Порошковые изделия в виде тел вращения (трубы, диски, колбы, тигли) получают все более широкое распространение в различных областях техники, так как они обладают высокой технологичностью конструкции. Основным требованием, предъявляемым к геометрии таких изделий, является обеспечение точности наружных и внутренних размеров. Точность порошковых изделий в основном обеспечивается дополнительной обработкой до или после процесса спекания. Однако следует учесть тот факт, что не все материалы способны обрабатываться после процесса спекания (материалы, обладающие высокими показателями твердости и прочности, высокой хрупкостью). Поэтому весьма актуальной задачей является максимальное приближение формы порошкового изделия к форме готовой детали, которая может быть достигнуто путем по-

лучения прессовки с необходимыми размерами. Это позволит исключить или уменьшить затраты на дополнительную обработку полученного изделия, а также сэкономить материалы.

Наиболее оптимальной схемой прессования изделий в виде тел вращения является радиальная схема прессования, которая способна комплексно реализовать положительные признаки известных способов при отсутствии их основных недостатков, а также обеспечить равномерное распределение плотности по объему прессовки, снизить энергозатраты на процесс прессования, возможность усложнить формы прессовки и формировать специальные конструктивные элементы (центровые отверстия и т.п.). Радиальное уплотнение порошка через эластичный инструмент обеспечивает равномерное сжатие всего объема и, как следствие, устранение локальных плоскостей концентрации деформаций и условий образования нарушений сплошности (брака) на стадиях прессования и последующего спекания. Реализуется радиальная схема обычно способами гидро- или газостатического, гидродинамического и сухого изостатического прессования. Однако, все способы прессования, предусматривающие воздействие на дискретную заготовку жидкого или газообразного тела, предполагают необходимость герметизации формы с заготовкой и предварительного вакуумирования такой формы. Применение способа сухого изостатического прессования (СИП) [1] позволяет отказаться от дегазации формы с порошком и, тем более, не требует ее герметизации.

Использование радиальной (изостатической) схемы прессования требует применение в качестве инструмента эластичных оболочек, которые передают давление на прессуемый материал. Материал оболочек должен удовлетворять следующим требованиям:

- быть эластичным и износостойким, многократно выдерживать значительные деформации и напряжения без разрушения;
- быть достаточно жестким, чтобы исключить его проникновение между частями уплотняемого материала, что может служить причиной загрязнения прессовки и ее разрушение;
- быть инертным по отношению к жидкости, используемой для создания давления;
- иметь коэффициент Пуассона близкий к 0.5, что необходимо для равномерной передачи давления на прессовку;
- не взаимодействовать с уплотняемым материалом;
- иметь хорошие технологические свойства.

Наиболее пригодны для прессования эластичные оболочки из полиуретана, выдерживающего многократные деформации при давлениях до 600 МПа, хорошо сохраняющего упругие свойства, технологичного при изготовлении оболочек (материал литейной) и имеющего хорошие адгезионные свойства к металлам [2]. Точность прессовки полученной СИП зависит от точности изготовления внутренней поверхности эластичного инструмента.

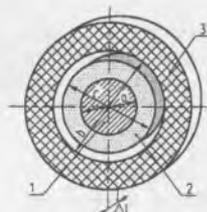


Рисунок 1 - Сечение эластичной оболочки
1. Формующая оправка 2. Прессовка
3. Эластичная оболочка

Рассмотрим сечение (рис.1) эластичной оболочки на участке относительно малой длины Δl с внутренним диаметром $d_{ин}$. Для общности будем полагать, что порошок будет прессоваться на формующую оправку диаметром $d_{оп}$. В дальнейшем, принимая $d_{оп} = 0...d_{ин}$, можно будет проанализировать отдельно случаи влияния диаметра формующей оправки на внутренний профиль эластичной оболочки. Диаметр прессовки полученной после прессования обозначим

d_n ; ρ_0 и ρ_n - соответственно насыпная плотность порошка и плотность полученной прессовки.

Внутренний диаметр оболочки d_{on} определяется из условия сохранения массы порошка до и после прессования:

$$\frac{\pi}{4}(d_{on}^2 - d_n^2)\Delta l\rho_0 = \frac{\pi}{4}(d_n^2 - d_{on}^2)\Delta l\rho_n \quad (1)$$

Тогда,

$$d_{on} = \sqrt{d_n^2 + (d_n^2 - d_{on}^2)\frac{\rho_n}{\rho_0}} \quad (2)$$

Полученное уравнение (2) включает в себя величины начальной и конечной плотности прессовки, которые зависят от гранулометрического состава порошка и формы частиц, влажности шихты, величины приложенного давления. Однако это уравнение не учитывает величину усадки прессовки после спекания.

Пусть k_d и k_l - соответственно коэффициенты линейной усадки диаметра и длины при спекании. Тогда

$$\begin{cases} d_{on} = (1+k_d)\sqrt{d_n^2 + (d_n^2 - d_{on}^2)\frac{\rho_n}{\rho_0}}, \\ l = (1+k_l)\Delta l \end{cases} \quad (3)$$

Система уравнений (3) описывает окончательные размеры геометрии внутренней поверхности эластичной оболочки на участке длиной Δl .

Рассмотрев случай сечения эластичной оболочки на участке относительно малой длины Δl , выведем систему уравнений, которые позволят рассчитать геометрию внутренней поверхности эластичной оболочки для тел вращения сложного профиля. Предположим, что профиль наружной и внутренней поверхности описывается функцией или множеством кусочно-непрерывных функций, зависящих от длины прессовки. Тогда для наружной поверхности изменение диаметра

$$d_n = \{f_{n1}(l_1), f_{n2}(l_2), \dots, f_{ni}(l_i)\}, \quad i=1..n, \quad l_i \in \{l_1, l_2, \dots, l_n\}, \quad (5)$$

для внутренней поверхности изменение диаметра

$$d_{on} = \{f_{on1}(l_1), f_{on2}(l_2), \dots, f_{oni}(l_i)\}, \quad i=1..n, \quad l_i \in \{l_1, l_2, \dots, l_n\}. \quad (6)$$

Подставляя уравнения (5) и (6) в уравнение (3) получим систему уравнений, описывающую геометрию внутренней поверхности оболочки для тел вращения со сложным профилем:

$$\begin{cases} l = (1+k_l)\sum_{i=1}^n l_i \\ d_{on} = \{f_{on1}(l_1), f_{on2}(l_2), \dots, f_{oni}(l_i)\}, \quad i=1..n, \quad l_i \in \{l_1, l_2, \dots, l_n\} \\ d_n = \{f_{n1}(l_1), f_{n2}(l_2), \dots, f_{ni}(l_i)\}, \quad i=1..n, \quad l_i \in \{l_1, l_2, \dots, l_n\} \\ d_{on}(d_n, d_{on}) = (1+k_d)\sqrt{d_n^2 + (d_n^2 - d_{on}^2)\frac{\rho_n}{\rho_0}} \end{cases} \quad (7)$$

Авторами настоящей статьи разработаны и реализованы комплекс ПЭВМ программ, позволяющие вычислять все необходимые размеры для проектирования эластичного инструмента, а также получать комплект чертежей для его изготовления в соответствии с заданными исходными параметрами. Причем исходные данные определены с

учетом опыта разработки технологии и оборудования для радиального прессования [3].

На рис. 2 показан чертеж наладочной формы для сухого изостатического прессования керамической колбы на основе оксидной керамики. Расчет внутренней геометрии эластичной оболочки был произведен путем решения системы уравнений (7).

Основным требованием, предъявляемым к геометрии колбы, является обеспечение точности наружных и внутренних размеров, а также исключение корсетности по длине прессовки, которая может быть вызвана неравномерным распределением плотности и внутренним трением по торцевым поверхностям наладочной формы. Оптимальной формой для колбы такого рода является длинномерная оболочка (отношение длины к диаметру более 6) в виде тела вращения (цилиндр) с переменным внутренним профилем и сферическим дном.

Прессование производилось при уплотнении на коническую оправку при статическом нагружении. Оптимальное давление прессования находилась в диапазоне 80-100 МПа. Для оболочки использовали полиуретан с твердостью 90-95 единиц по Шор А. Спекание проводилось в окислительной среде при температуре 1440 °С. На рис. 3 показано готовое изделие, полученное СИП без дополнительной токарной обработки после стадий прессования и спекания. Радиальное биение наружной поверхности составило 0,2 мм.

Используемая технология (расчет, изготовление наладочной формы для СИП, СИП) также позво-



Рисунок 4 - Колбы тонкостенные

ляет изготавливать керамические трубы и колбы с толщиной стенки от 0,5 до 2 мм с относительной плотностью 0,9 – 0,93

(рис.4). Возможность получения тонкостенной керамики представляет большую важность при создании электрохимических кислородных насосов, поскольку к.п.д. устройств данного класса пропорционально плотности тока при фиксированной величине электрического напряжения. Это означает, что снижение электрического сопротивления, отнесенного к единице площади твердого электролита, которое может быть достигнуто уменьшением толщины стенки, будет приводить к возрастанию эффективности функционирования кислородных насосов. Проведенные испытания изготовленной керамики показали, что она выдерживает более 100 термочиклов без растрескивания и значимого снижения эксплуатационных характеристик.

Таким образом, усовершенствование процесса прессования изделий из керамических и металлических порошков, представляющих собою тела вращения, привело к улучшению культуры производства, увеличило коэффициент использования материала, снизило себестоимость изготовления изделий на 15-20%.

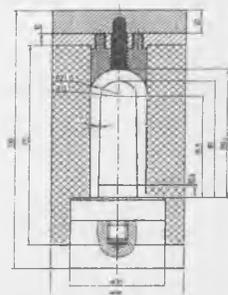


Рисунок 2 - Наладочная форма для прессования колб со сферическим дном



Рисунок 3 - Колба со сферическим дном после стадий прессования и спекания.

Список использованных источников

1. Реут О.П., Богинский Л.С., Петюшик Е.Е. Сухое изостатическое прессование уплотняемых материалов. – Минск: «Дэбор», 1998, - 258 с.
2. Лавендел Э.Э. Расчет резинотехнических изделий. – М.: Машиностроение, 1976. – 232с.
3. Современные методы проектирования машин. Расчет, конструирование и технология изготовления. Сборник научных трудов. Вып.1. В 3-х т. – Т.2/ Под общ. ред. П.А. Витязя. – Мн.: УП «Технопринт», 2002. – 477 с.

Аннотация

Основным требованием, предъявляемым к геометрии порошковых изделий в виде тел вращения (трубы, диски, колбы, тигли), является обеспечение точности наружных и внутренних размеров. Максимальное приближение формы порошкового изделия к форме готовой детали, позволит исключить или уменьшить затраты на дополнительную обработку полученного изделия, а также сэкономить материалы.

Summary

The main requirement presented to geometries of powdered products in the manner of tel rotations (the pipes, disks, flasks), is provision to accuracy external and internal sizes. Maximum approach the form of powdered product to form of detail, will allow to exclude or reduce the expenseses to additional processing the got product, as well as spare the material.

УДК 621.762

**ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ
ПРОНИЦАЕМЫХ СЕТЧАТЫХ ИЗДЕЛИЙ**

**Е.Е. Петюшик, В.М. Александров,
Л.С. Богинский, А.Ч. Якубовский**
*Белорусский государственный концерн
порошковой металлургии
институт повышения квалификации и
переподготовки кадров по новым направлениям
развития техники, технологии и экономики*

Развитие современных технологий и оборудования обуславливает возрастание потребности в проницаемых материалах с высокой и строго регулируемой пористостью. Область их использования обширна: устройства распределенной подачи жидкостей или газов с целью снижения температуры поверхности конструкции; капиллярные структуры тепловых труб; звукопоглощающие конструкции; огнепреградители; фильтры; носители катализаторов; основа для комбинированных пористых проницаемых материалов и др. Наряду с проницаемыми порошковыми материалами (ППМ) в этом качестве достаточно широко используют волокнистые материалы с организованной структурой, среди которых следует выделить проницаемые сетчатые материалы (ПСМ). Последние имеют ряд существенных преимуществ по сравнению с выполняющими подобные функции ППМ [1, 2]: высокая прочность, технологичность в изготовлении, широкий диапазон пористости и, что особенно важно для фильтров тонкой очистки жидкостей и газов от твердых примесей, отсутствие миграции частиц материала в фильтр.

ПСМ имеют регулярный размер пор, что однозначно определяет, например, тонкость фильтрации при использовании их в качестве фильтров, характерной является