

Рассмотрены принципы моделирования развития города с использованием метода клеточных автоматов и космических снимков. Для определения состояния участков города по космическим снимкам предлагается использовать алгоритм ISODATA программного комплекса ARCGIS 10.

**Ключевые слова:** космические снимки, клеточный автомат, алгоритм.

The paper describes the principles of the city development modeling with the use of the cellular automata and satellite images. To determine the status of city territory by satellite images ISODATA algorithm from the software package ARCGIS 10 is proposed to be used.

**Keywords:** satellite images, cellular automata, algorithm.

## УДК 621.792.8

**А. А. СВЯТУХА**, канд. техн. наук, доц., УИПА, Харьков;

**И. Б. ПЛАХОТНИКОВА**, ст. преподаватель, УИПА, Харьков

### ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛОЙ СБОРКИ ДЕТАЛЕЙ НЕПОДВИЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПОДШИПНИКОВЫХ УЗЛОВ СКОЛЬЖЕНИЯ

Рассмотрены вопросы прочности соединений с натягом при тепловой сборке подшипниковых узлов скольжения, включающих стальной корпус и запрессованной в него втулки из антифрикционного материала (бронза, латунь и др.). В связи с большой разницей коэффициентов линейного расширения материалов этих деталей в статье предложены способ и устройство позволяющее обеспечить необходимую прочность таких соединений.

**Ключевые слова:** сборка, соединения, прочность, расширение, распыление

**Введение.** Подшипниковые узлы скольжения нашли широкое применение в различных машинах и механизмах. Они позволяют воспринимать высокие удельные давления и передавать большие скорости вращения. Примерами таких соединений являются опорные подшипники шеек коленчатых валов, соединение поршневых пальцев с головками шатунов автомобильных двигателей и др.

В большинстве случаев подшипниковые узлы скольжения включают стальной корпус, в который запрессовывают с определённым натягом втулку из антифрикционного материала (бронза, латунь и др.). От прочности скрепления такого соединения во многом зависит долговечность работы подшипникового узла скольжения. Поэтому поиск наиболее эффективного способа соединения таких деталей является актуальной задачей.

Подшипник скольжения — опора или направляющая механизма или машины, в которой трение происходит при скольжении сопряжённых поверхностей. Радиальный подшипник скольжения представляет собой корпус, имеющий цилиндрическое отверстие, в которое вставляется рабочий элемент — вкладыш, или втулка из антифрикционного материала и смазывающее устройство. Между валом и отверстием втулки подшипника имеется зазор, заполненный смазочным материалом, который позволяет свободно вращаться валу. Расчёт зазора подшипника, работающего в режиме разделения поверхностей трения смазочным слоем, производится на основе гидродинамической теории смазки.

При расчёте определяются: минимальная толщина смазочного слоя (измеряемая в мкм), давления в смазочном слое, температура и расход смазочных материалов. В зависимости от конструкции, окружной скорости цапфы, условий эксплуатации трение скольжения бывает *сухим, граничным, жидкостным* и *газодинамическим*. Однако даже подшипники с жидкостным трением при пуске проходят этап с граничным трением.

Смазка является одним из основных условий надёжной работы подшипника и обеспечивает: низкое трение, разделение подвижных частей, теплоотвод, защиту от вредного воздействия окружающей среды и может быть:

- *жидкой* (минеральные и синтетические масла, вода для неметаллических подшипников),
- *пластичной* (на основе литиевого мыла и кальция сульфоната и др.),
- *твёрдой* (графит, дисульфид молибдена и др.) и
- *газообразной* (различные инертные газы, азот и др.).

Наилучшие эксплуатационные свойства демонстрируют пористые самосмазывающиеся подшипники, изготовленные методом порошковой металлургии. При работе пористый самосмазывающийся подшипник, пропитанный маслом, нагревается и выделяет смазку из пор на рабочую скользящую поверхность, а в состоянии покоя остывает и впитывает смазку обратно в поры.

Антифрикционные материалы подшипников изготавливают из твёрдых сплавов (карбид вольфрама или карбид хрома методом порошковой металлургии либо высокоскоростным газопламенным напылением), баббитов и бронз, полимерных материалов, керамики, твёрдых пород дерева (железное дерево). Типичная конструкция подшипникового узла скольжения представлена на рис. 1

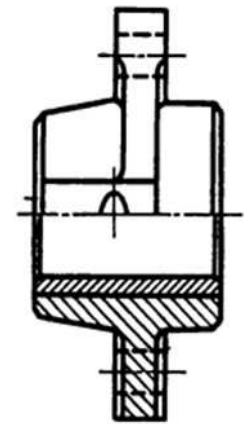


Рис.1 – типичная конструкция подшипникового узла скольжения

К достоинствам подшипников скольжения можно отнести:

- Надёжность в высокоскоростных приводах
- Способны воспринимать значительные ударные и вибрационные нагрузки
- Сравнительно малые радиальные размеры
- Допускают установку разъемных подшипников на шейки коленчатых валов и не требуют демонтажа других деталей при ремонте
- Простая конструкция в тихоходных машинах
- Позволяют работать в воде
- Допускают регулирование зазора и обеспечивают точную установку геометрической оси вала
- Экономичны при больших диаметрах валов

Известно [1], что тепловой метод сборки соединений с натягом имеет существенные преимущества в сравнении с холодной запрессовкой. Это в первую очередь сохранение исходного качества поверхностей сопрягаемых деталей, отсутствие задиров в зоне контакта, существенное увеличение площади контактирующих поверхностей и в конечном итоге прочности скрепления собранного соединения.

Однако большая разница коэффициентов линейного расширения материала втулок и материала корпуса (примерно в 1,5 раза) требуют дополнительного технологического приёма для получения качественного и прочного соединения. Это связано с тем, что при контакте сопрягаемой поверхности, например, бронзовой втулки с нагретой поверхностью стального корпуса происходит интенсивное приращение наружного диаметра втулки благодаря большему коэффициенту линейного расширения, которая упираясь во внутреннюю поверхность стального корпуса создаёт повышенные контактные давления в зоне сопряжения, приводящие

к возникновению необратимых пластических деформаций, снижающих натяг и, как следствие, возможному выпадению втулки.

Из формулы определения температуры нагрева корпуса для осуществления свободной сборки втулки приращению диаметра посадки  $\Delta d$  будет:

$$\Delta d = T \cdot \alpha \cdot d,$$

где:  $T$ -температура нагрева корпуса,  $(220-250)^\circ\text{C}$ ;  $\alpha$ - коэффициент линейного расширения стали, который находится в пределах  $(12,6-13,4) \cdot 10^{-6}$ , а для бронзы  $\alpha = (17,6-18,4) \cdot 10^{-6}$ .  $d$ - диаметр посадки, мм.

Из этого следует, что втулка будет практически в 1,5 раза иметь большее расширение посадочной поверхности по отношению к посадочной поверхности корпуса при одинаковой температуре нагрева. Учитывая ещё и значительную разницу механических свойств материалов бронзы и стали (пределы прочности и пределы текучести), возникающие повышенные контактные давления неизбежно приводят к пластической деформации втулки и, как следствие, потере прочности скрепления деталей соединения.

**Целью работы.** Целью работы является поиск наиболее эффективного способа теплового соединения бронзовой втулки либо втулки из другого антифрикционного материала со стальным корпусом, исключающего возникновения пластической деформации втулки и получение прочного скрепления такого соединения. Для устранения возникновения возможной пластической деформации необходим интенсивный отвод тепла, получаемого втулкой при контакте её с нагретой посадочной поверхностью стального корпуса.

**Методика реализации.** Для интенсивного отвода тепла получаемого втулкой при контакте с нагретым корпусом разработано и предложено специальное устройство для термической сборки бронзовых втулок, сопрягаемых с нагретым корпусом по неподвижным посадкам. При этом следует отметить, при проведении экспериментальных исследований было установлено, что наиболее эффективным способом является локальный отвод тепла от внутренней поверхности втулки. Поэтому конструкция устройства должна обеспечивать возможность предотвращения попадания охлаждающей среды непосредственно на поверхность стального корпуса.

**Обсуждение результатов.** Предложенное устройство обеспечивает при соединении втулки с нагретым корпусом распыление охлаждающей жидкости только на внутреннюю поверхность втулки. Это способствует интенсивному отводу тепла от втулки, нагреваемой в результате контакта с нагретым корпусом, предотвращая таким образом её расширение и возникновение необратимых пластических деформаций материала втулки.

Конструкция предложенного устройство представлена на рис.2

Устройство включает в себя соосноввертикально расположенные запрессовочный шток 1 силового цилиндра, смонтированный на нем распылитель 2 охлаждающей жидкости и механизм для центрирования сопрягаемых деталей, преимущественно корпусной детали 3 и втулки 4, имеющей больший коэффициент линейного расширения.

К торцу штока 1 прикреплены уплотняющая кольцевая гидроизолирующая прокладка 5. Распылитель 2 выполнен в виде установленного в осевом отверстии, предусмотренном в штоке и связанном с гидромагистралью каналом 6,

подпружиненного золотника 7 с толкателем, при этом в направляющей части штока выполнены радиальные отверстия, связанные с осевым отверстием.

Механизм центрирования выполнен в виде подпружиненного пружиной 8 полого ступенчатого пальца 9, установленного в стакане 10. К верхнему фланцу стакана прикреплена плита 11 с радиальными пазами, а к нижнему - стержень 12. На стыке верхней и средней ступеней пальца 9 кольцевая площадка снабжена уплотняющей прокладкой 13. Плита 11 и палец 9 изготовлены из теплоизоляционного материала, например асботекстолита.

Сборка деталей осуществляется следующим образом.

В исходном состоянии запрессовочный шток 1 с распылителем 2, а также палец 9 находятся в крайнем верхнем положении. Нагретая корпусная деталь 3, сцентрированная средней ступенью пальца, устанавливается на плиту 11, а втулка 4, сцентрированная верхней ступенью пальца, устанавливается нижним торцом на прокладку 13. При движении штока 1 вниз верхний торец втулки 4 упирается в уплотняющую прокладку 5, при этом распылитель 2 размещается внутри втулки.

При дальнейшем движении вниз шток 1 вдвигает втулку 4 в корпусную деталь 3 до упора нижнего торца втулки в выступы плиты 11 и одновременно перемещает вниз палец 9. При этом золотник 7, упираясь толкателем в стержень 12, открывает каналы 6, в результате чего охлаждающая жидкость под давлением через распылитель 9 подается на внутреннюю поверхность втулки 4. Интенсивное охлаждение втулки происходит и через зону сопряжения корпусной детали.

Шток 1 находится в нижнем положении до полного охлаждения соединения. Охлаждающая жидкость через отверстия 14 в верхней ступени пальца 9 и через его полость поступает в стакан 10 и далее через отверстия 15 выводится из устройства.

Уплотняющие прокладки 5 и 13, герметизируя зону охлаждения, исключают возможность попадания жидкости на корпусную деталь 3.

После охлаждения соединения шток 1 с распылителем 2 отводится в верхнее положение, золотник 7 перекрывает каналы 6, корпусная деталь 3 с установленной в ней втулкой 4 снимаются с плиты 11, а палец 9 под воздействием пружины 8 возвращается в верхнее положение.

**Выводы.** Предлагаемое устройство позволяет применить тепловой метод сборки в случаях, когда коэффициент линейного расширения втулки больше коэффициента

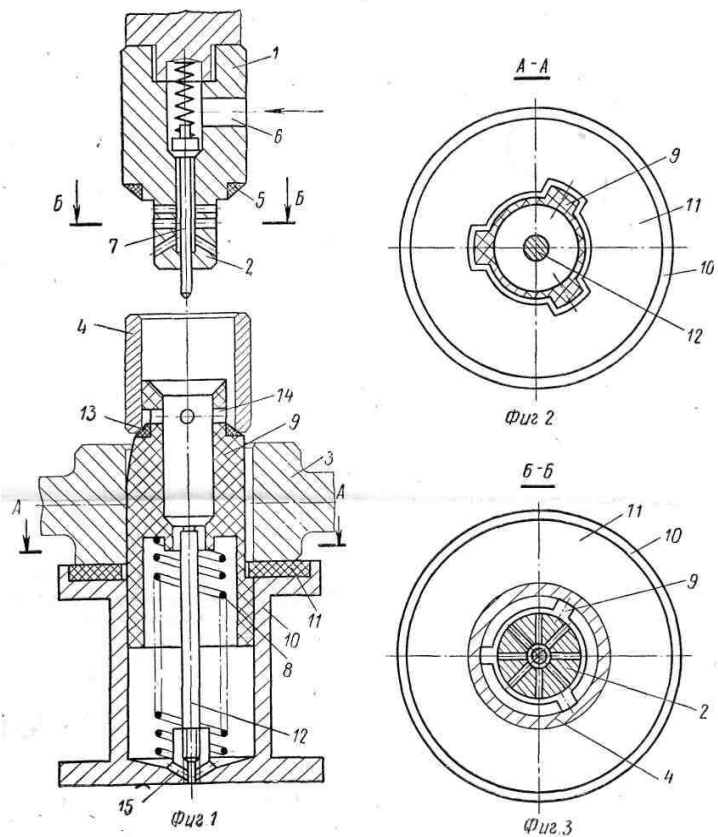


Рис.2 – Устройство для термической сборки бронзовых втулок со стальным корпусом

расширения корпуса, обеспечивая благодаря интенсивному отводу тепла от поверхности втулки исключение пластической деформации и, таким образом, значительное повышение прочности соединения. Оно отличается простотой конструкции, надежностью в работе, обеспечивает высокое качество соединений и может быть использовано для механизации и автоматизации сборочных процессов при изготовлении и ремонте машин.

**Список литературы:** 1. *Кравцов М.К.* Промежуточные среды в соединениях с натягом [Текст] /*М.К. Кравцов, А.А. Святуха, В.В. Чернов.* -Харьков: Изд-во Штрих. 2001.-200 С. 2. *Андреев Г.Я., Кушаков В.И., Святуха А.А.* А.с. № 4687571 СССР. Устройство для термической сборки прессовых соединений деталей типа вал-втулка – Опубл. в Б.И., 1975, № 16.

*Надійшла до редколегії 10.05.2013*

УДК 621.792.8

**Особенности тепловой сборки деталей неподвижных соединений подшипниковых узлов скольжения/ А. А. Святуха, И. Б. Плахотникова//** Вісник НТУ «ХП». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХП», – 2013. - № 26 (999). – С.160-164 . – Бібліогр.:2 назв.

Розглянуті питання міцності з'єднань з натягом при тепловому складанні підшипникових вузлів ковзання, які мають сталевий корпус та запресовану в нього втулку із антифрикційного матеріалу (бронза, латунь і ін.) У зв'язку з великою різницею коефіцієнтів лінійного розширення матеріалів цих деталей у статті запропоновані спосіб та пристрій, який дозволяє забезпечити необхідну міцність таких з'єднань.

**Ключові слова:** складання, з'єднання, міцність, розширення, зрошування

Questions of durability of connections with a tightness are considered at thermal assemblage of bearing sliding knots including the steel case and a zapresso-bathroom it of the plug from an antifrictional material (bronze, a brass, etc.). In connection with the big difference of factors of linear expansion of mother-alov of these details in article the way and the device allowing are offered to provide necessary durability of such connections.

**Keywords:** Assemblage, connections, durability, expansion, dispersion.

УДК 66.066

**И. В. СЕВОСТЬЯНОВ**, канд. техн. наук, доц., ВНТУ, Винница

## **МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ГИДРОИМПУЛЬСНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОТОКОВОГО ВИБРОУДАРНОГО ФИЛЬТРОВАНИЯ ДИСПЕРСНЫХ ПИЩЕВЫХ ОТХОДОВ**

Приводится методика расчета оптимальных параметров гидроимпульсной установки для потокового виброударного фильтрации дисперсных пищевых отходов, исходя из их физико-механических характеристик и параметров нагрузки.

**Ключевые слова:** гидроимпульсная установка, потоковое виброударное фильтрация, пищевые отходы.

**Введение.** Серьезной экологической проблемой Украины и других стран СНГ является загрязнение их окружающей среды отходами пищевых производств, такими как спиртовая барда, пивная дробина, свекловичный жом, кофейный и ячменный шлам. Известны различные технологии разделения данных отходов на твердую и жидкую фазы [1], что позволяет повторно использовать последнюю на производстве, тогда как твердую фазу добавлять в сельскохозяйственные корма. Однако данные технологии имеют ряд недостатков, кроме того, достаточно дороги в реализации [1], в связи с чем, используются в основном на Западе. Одним из наиболее эффективных

© И. В. СЕВОСТЬЯНОВ, 2013