

1. Герметичный компрессор, содержащий корпус компрессора с закрепленным к нему электродвигателем, подвешенный в кожухе на пружинах растяжения, один конец которых заделан в корпус компрессора, а другой конец закреплен к кронштейнам, приваренным к внутренней поверхности кожуха и снабженным упором для ограничения хода корпуса вниз, отличающийся тем, что пружины растяжения выполнены в диапазоне запаса усталостной прочности 1,2-2,2 с возможностью предотвращения смыкания витков пружины при ходе корпуса вверх, для чего введен ограничитель хода корпуса вверх, высота установки которого по отношению к ограничителю хода корпуса вниз определена из соотношения:

$$\frac{h - \Delta}{l} = 2 \left(\frac{D}{d} \right)^2 \frac{\tau}{G},$$

где Δ - высота полки корпуса компрессора, мм;

l - длина пружины растяжения подвески в ненагруженном состоянии, мм;

D - наружный диаметр пружины, мм;

d - диаметр проволоки пружины, мм;

τ - предел прочности материала пружины при циклической нагрузке, кг/мм²;

G - модуль сдвига материала пружины, кг/мм².

2. Герметичный компрессор по п.1, отличающийся - тем, что ограничитель хода корпуса вверх выполнен в виде Г-образного упора на кронштейне.

3. Герметичный компрессор по п. 1, отличающийся тем, что ограничитель хода корпуса вверх выполнен в виде дополнительной пружины сжатия, закрепленной в верхней части кронштейна соосно пружине растяжения, причем начальная пружина сжатия равна длине пружины растяжения в ненагруженном весе корпуса состоянии.

Изобретение относится к области холодильной техники, а именно к конструкции внутренней пружинной подвески герметичных компрессоров для бытовых холодильников.

В качестве прототипа принят поршневой одноцилиндровый мотор-компрессор с кулисным механизмом К 0,52.63.2, общее устройство подвески на пружинах растяжения которого приведено в книге [Круляк И.Н. Справочная книга механика по ремонту домашних холодильников. М.: изд. Легкая индустрия, 1971, Раздел "Герметичные холодильные агрегаты", с. 49-65 (с. 64-65, рис. 44)].

На чугунном корпусе расположены цилиндр и подшипник коренной шейки вала, а кривошипная шейка вала соединена с поршнем через кулису. Цилиндр закрыт головкой, состоящей из клапанной плиты, по обе стороны которой расположены клапаны - всасывающий и нагнетательный, а также крышка головки. К нижнему торцу корпуса присоединен статор электродвигателя. Роторе крыльчаткой напрессован на коренную шейку вала. Компрессор с двигателем подвешен в нижней части цилиндрического кожуха на трех пружинах. Пружины прикреплены одним концом к корпусу компрессора, а другим - к кронштейнам подвески, приваренным к стенкам кожуха. На кожухе ниже торца корпуса компрессора с заделанной в него сверху пружинной растяжения установлен угловой ограничитель хода вниз. Кожух мотор-компрессора герметично заварен.

Компрессор работает следующим образом.

Пары фреона из испарителя поступают в кожух через патрубок, впаянный в крышку кожуха. Из кожуха пары всасываются в цилиндр через отверстие специального глушителя всасывания, а сжатые пары фреона выталкиваются через глушитель нагнетания в трубку, спаянную с нагнетательным патрубком. Смазка трущихся деталей компрессора осуществляется следующим образом: в нижней части кожуха находится масло, в которое погружен конец коренной шейки вала. В торце вала имеется наклонное (к оси вала) отверстие, выходящее в подшипнике на поверхность шейки в спиральную канавку. При вращении (3000 об/мин) вала масло под действием центробежной силы поднимается по наклонному отверстию, попадает в канавку и, смазав подшипник, поступает в кривошипную шейку, где смазывает кулису с поршнем и цилиндр. Кроме того, часть масла разбрызгивается для охлаждения электродвигателя и внутренней поверхности кожуха. Вибрации, возникающие при работе, остановках и пусках цилиндрической группы и вращении ротора электродвигателя, гасятся за счет трех пружин растяжения.

Вертикальные вибрации и виброудары, особенно при транспортировке, гасятся дополнительно ограничителем хода вниз, а при перемещении корпуса вверх гасятся, вероятнее всего, за счет повышенной жесткости пружин. Боковые смещения и удары внутри корпуса гасятся за счет малого зазора между стенками корпуса компрессора и внутренней поверхности кожуха. Для снижения уровня шума от работающего компрессора количество соударений должно быть минимальным.

Общими признаками прототипа с заявляемым изобретением являются: герметичный компрессор, включающий корпус компрессора с закрепленным к нему электродвигателем, подвешенный в кожухе с помощью пружин растяжения, один конец которых заделан в корпус компрессора, а другой конец закреплен к кронштейнам на внутренней поверхности кожуха, снабженных упором для ограничения хода корпуса вниз.

Первоначальный выбор параметров пружин растяжения для внутренней подвески герметичного компрессора завода АО "Норд" осуществляется по общепринятой методике расчета пружин ответственного назначения из условия статического нагружения и динамического нагружения без ограничения времени [Орлов П.И. Основы конструирования, справочно-методическое пособие в 2-х томах - М.: Машиностроение, 1988, кн. 2, раздел 16 - Пружины, с. 488-513]. Причем известно, что для пружин растяжения расчетные напряжения уменьшают в 1,2-1,5 раза по сравнению с аналогичными для пружин сжатия. Максимальные динамические рабочие напряжения, которые могут возникнуть в материале пружины во время испытаний на самых тяжелых режимах, значительно более чем в 2 раза ниже допустимых. Экспериментальными испытаниями на вибрационном стенде также было установлено, что разовые статические и динамические смещения корпуса компрессора, ограниченные пространством между упором хода вниз и корпусом компрессора, не приводят к разрушению пружин. Тем не менее, существующая практика транспортировки холодильников "Норд" с указанными выше встроенными герметичными компрессорами показала, что в

процессе транспортной тряски в ряде случаев происходит усталостное разрушение пружин подвески.

Металлографические исследования также подтвердили, что основной причиной разрушения исходной конструкции пружин растяжения является усталость материала.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствования герметичного компрессора для бытовых холодильников, в котором за счет особенностей конструктивного выполнения внутренней пружинной подвески обеспечивается исключение раз-

рушения пружин с одновременным улучшением характеристик компрессора по виброскорости и уровню шума и за счет этого достигается повышение уровня эксплуатационной надежности.

Поставленная задача решается тем, что в герметичном компрессоре, содержащем корпус компрессора с закрепленным к нему электродвигателем, подвешенный в кожухе на пружинах растяжения, один конец которых заделан в корпус компрессора, а другой конец закреплен к кронштейнам, приваренным к внутренней поверхности кожуха и снабженным упором для ограничения хода корпуса вниз, согласно изобретению, пружины растяжения выполнены в диапазоне запаса усталостной прочности 1,2-2,2 с возможностью предотвращения смыкания витков пружины при ходе корпуса вверх, для чего введен ограничитель хода корпуса вверх, высота установки которого по отношению к ограничителю хода корпуса вниз определена из соотношения:

$$\frac{h - \Delta}{l} = 2 \left(\frac{D}{d} \right)^2 \frac{\tau}{G},$$

где Δ - высота полки корпуса компрессора, мм;

l - длина пружины растяжения подвески в ненагруженном состоянии, мм;

D - наружный диаметр пружины, мм;

d - диаметр проволоки пружины, мм;

τ - предел прочности материала пружины при циклической нагрузке, кг/мм²;

G - модуль сдвига материала пружины, кг/мм².

Перечисленные выше признаки составляют сущность изобретения, т.к. являются необходимыми в любых вариантах реализации изобретения и достаточными для достижения поставленной задачи. Конкретная форма выполнения ограничителя хода корпуса вверх может быть реализована в виде Г-образного упора, размещенного на том же самом кронштейне или отдельно.

Другое отличие конструкции ограничителя хода корпуса вверх состоит в возможности выполнения его в виде дополнительной пружины сжатия, предотвращающей смыкание витков пружины растяжения, установленной в верхней части кронштейна соосно основной пружине растяжения, причем исходная длина пружины сжатия равна длине пружины растяжения в нагруженном весе корпуса состояния.

Указанные особенности конкретной реализации ограничителя хода корпуса вверх не являются обязательными, а лишь наиболее предпочтительными с точки зрения заявителя и не исключают возможности другого исполнения в пределах заявляемой сущности изобретения.

Причинно-следственная связь отличительных признаков и технического результата та заключается в нижеследующем.

В отличие от общепринятых рекомендаций по навивке пружин растяжения вплотную или даже с натягом между витками, приведенных в книге [Орлов П.И. Основы конструирования. Справочно-методическое пособие, кн. 2, Раздел 16 - Пружины, с. 510] пружины растяжения для внутренней подвески герметичного компрессора выполнены с пониженной жесткостью и начальным межвитковым зазором.

В выбранном диапазоне возможных вариаций диаметра проволоки и наружного диаметра пружины для исключения усталостного разрушения материала проволоки должно быть предотвращено смыкание витков пружины. При подвеске на пружинах растяжения таким опасным режимом, возникающим в условиях транспортировки компрессора в составе холодильника, является смыкание витков пружины при ходе корпуса вверх, для чего и должен быть введен ограничитель хода корпуса вверх, установленный на оптимальной высоте. Известно, что максимальное напряжение, которое выдерживает образец материала без разрушения под воздействием практически бесконечного числа циклов, будет являться пределом усталости. Как правило, за базовое число циклов нагружения принимают число не менее 10⁶. Основным расчетным параметром при исследовании на усталость является так называемый запас усталостной прочности. Упрощенно запас усталостной прочности можно определить по результатам испытаний при симметричном и пульсационном циклах нагружения. С целью обеспечения герметичному компрессору минимально возможных уровней по виброскорости и шуму принимают запас усталостной прочности в узком диапазоне его изменения 1,2-2,2, где для значений менее 1,2 наступает опасность разрушения пружины, а для значений более 2,2 пружина уже достаточно жесткая и имеет завышенный запас прочности.

В конечном счете решается задача оптимизации параметров пружины подвески (наружный диаметр пружины, число витков, диаметр проволоки) и места размещения ограничителя хода корпуса вверх, обеспечивающих при условии неограниченно долгой эксплуатации пружины заданные уровни вибрации и шума герметичного компрессора.

Существенные признаки устройства, составляющие сущность изобретения, находятся в причинно-следственной связи с достигаемым техническим результатом. Для каждой схемы подвески предварительно может осуществляться экспериментальная проверка пружин растяжения на циклическую усталостную прочность, что позволит осуществлять выбор материала проволоки, а также комплексно оценивать совершенство применяемой технологии и оборудования.

Для лучшего понимания сущности изобретения представлены схемы конструктивного исполнения внутренней пружинной подвески на пружинах растяжения.

На фиг.1 показано устройство герметичного компрессора; на фиг.2 - схема для расчета места установки ограничителя хода корпуса вверх; на фиг.3 - схема выполнения ограничителя хода корпуса вверх с дополнительной пружиной сжатия.

Герметичный компрессор содержит кожух 1 с верхней крышкой 2, в котором на трех кронштейнах 3 и пружинах растяжения 4 установлен корпус компрессора 5 с закрепленным на нем статором 6 электродвигателя и ротором 7 электродвигателя, установленном на коленчатом валу 8, снабженным центральным отверстием и спиральной канавкой на боковой поверхности. Вал одним концом погружен в хладомасляную смесь в опору вала 9, а на другом конце вала размещена цилиндропоршневая группа, включающая корпус цилиндра 10, поршень 11, кулисный механизм 12 с эксцентриком вала. Корпус компрессора снабжен ограничителем хода вниз 14 и ограничителем хода вверх 15, а также пружиной сжатия 16 при другом варианте выполнения ограничителя хода вверх.

Компрессор работает следующим образом.

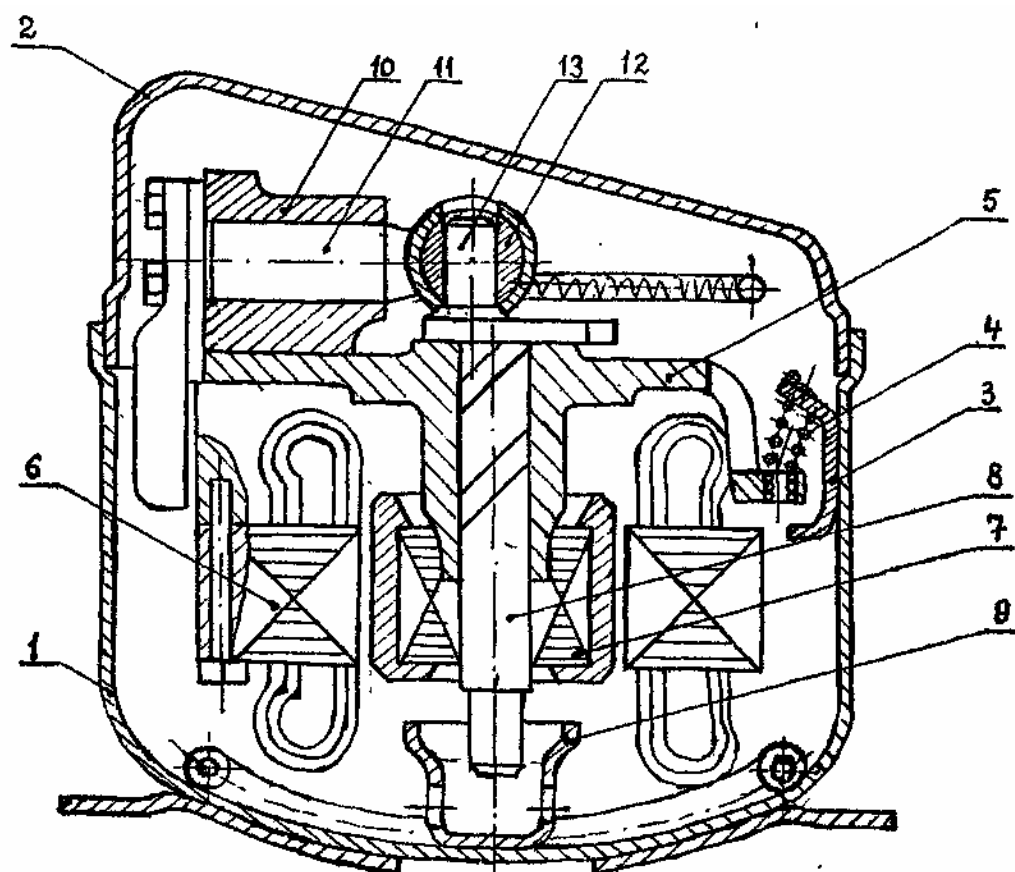
Пары фреона поступают из испарителя в кожух 1 через патрубок и всасываются в цилиндр 10 через отверстие глушителя всасывания. Из цилиндра сжатые пары фреона через глушитель нагнетания выталкиваются в трубку. Ряд позиций на чертеже не показан. Смазка при вращении ротора 7 электродвигателя поступает вверх по центральному отверстию в валу и спиральной канавке на его боковой поверхности для охлаждения цилиндро-поршневой группы, обмоток электродвигателя и внутренней поверхности кожуха. Вертикальные перемещения корпуса компрессора 5 при работе, пусках, остановках и транспортировании гасятся с помощью трех пружин растяжения 4, закрепленных на кронштейнах 3. Нижний упор 14 выполняет функцию предотвращения удара торца коленчатого вала 8 в дно кожуха 1 при ходе корпуса компрессора 5 кание витков пружин растяжения при ходе корпуса компрессора вверх при самых жестких виброударах в процессе транспортировки.

Пример определения расстояния "h" для установки ограничителя хода корпуса вверх.

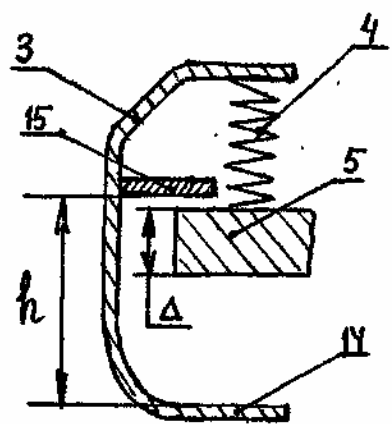
$D = 9 \text{ мм}$; $d = 1,5 \text{ мм}$; $\Delta = 5 \text{ мм}$;

$l = 20 \text{ мм}$; $\tau = 50 \text{ кг/см}^2$; $G = 8000 \text{ кг/мм}^2$. По формуле (1) получаем: $h - 14 \text{ мм}$.

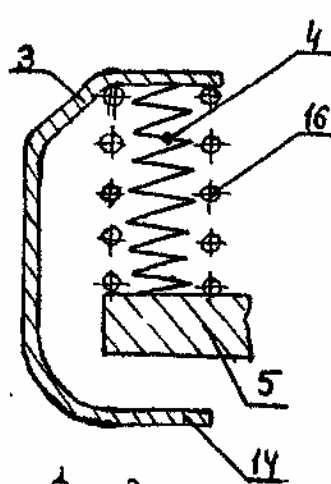
Для выбора оптимальной конструктивной схемы подвески с пружинами сжатия было разработано программное обеспечение, которое позволяет в диалоговом режиме имитировать любую транспортную тряску. Применение схемы подвески на пружинах растяжения позволило сократить количество деталей подвески на пружинах сжатия на 4 единицы. При этом параметры серийно выпускаемых заводом герметичных компрессоров ХКВ 6.65-Ш по виброскорости находятся в диапазоне 4,5-9 мм/сек и по уровню шума составляет 41-42 ДБа, что соответствует требованиям ГОСТ 17008-85. . Приведенные в описании данные свидетельствуют, что изобретение обеспечивает достижение технического результата: исключить усталостное разрушение пружин растяжения внутренней подвески с одновременным гарантированием характеристик, требуемых ГОСТом.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3