

эксплуатируемые на линейных газопроводах. Двухступенчатые СГУ применяются в компрессорах с допустимой утечкой газа в окружающую среду, при этом ступень со стороны проточной части работает как основная, ступень со стороны подшипника как резервная на случай прорыва газа через основную уплотнительную ступень;

двухступенчатое уплотнение с промежуточным лабиринтом применяется в компрессорах, в которых недопустима попадание перекачиваемого газа в окружающую среду и попадание буферного газа в перекачиваемый компрессором газ;

трёхступенчатые уплотнения применяются в компрессорах высокого давления. Две ступени со стороны проточной части являются рабочими, на них «срабатывается» уплотняемое давление, ступень со стороны подшипника является резервной на случай разгерметизации рабочих ступеней уплотнения.

Сухие газодинамические уплотнения нашли широкое применение в центробежных компрессорах. Преимущества СГУ перед масляными уплотнениями неоспоримы: низкие капитальные затраты; отсутствие загрязнения рабочего газа маслом; уменьшение механических потерь мощности; высокая надежность работы; снижение издержек на обслуживание; большой срок службы.

Литература

1. Максимов В. А., Мифтахов А. А., Хисамеев И. Г. Компрессорное и холодильное машиностроение на современном этапе // Вестник Казан. технол. ун-та. – 1998. – № 1. – С. 104-113. Максимов, В.А. и др. Компрессорное и холодильное машиностроение на современном этапе // Вестник Казан. технол. ун-та. – 1998. – 291 с.
2. Быков, А.В. Холодильные компрессоры/А.В. Быков, Э.М. Бежанишвили, И.М. Калнинь и др.; под ред. А.В. Быкова.-2-е изд., перераб. и доп.-М.: Колос, 1992. – 280.

САМОЦЕНТРИРОВАНИЕ ВАЛОВ ДИНАМИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Д.А. Жигарев

Научный руководитель – доцент Г.Р. Зиякаев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Динамическое оборудование, такое как насосы или насосные агрегаты, чаще всего используются с электродвигателем или двигателем внутреннего сгорания (ДВС). Валы оборудования вращаются вокруг собственных осей, которые называются центрами вращения. Центры вращения, в свою очередь, это прямые линии. Если такие линии совпадают между собой, то это называется, как соосность валов, если же линии не совпадают, то это расцентровка валов или несоосность.

Центровка насосов или центровка насосного агрегата – это целый комплекс технических мероприятий, которые направлены на достижение соосности валов насоса и двигателя в пределах установленных допусков. Центровка насоса с двигателем проводится с целью достижения оптимальных эксплуатационных показателей и энергопотребления, уменьшения динамических вибраций, предупреждения аварийных отказов, и, как следствие, снижения затрат на ремонт и переход от планово-предупредительного обслуживания насосного агрегата к обслуживанию по состоянию.

Наиболее частая причина аварий динамического оборудования является несоосность валов. Несоосность бывает двух видов - параллельная и угловая (Рис 1).

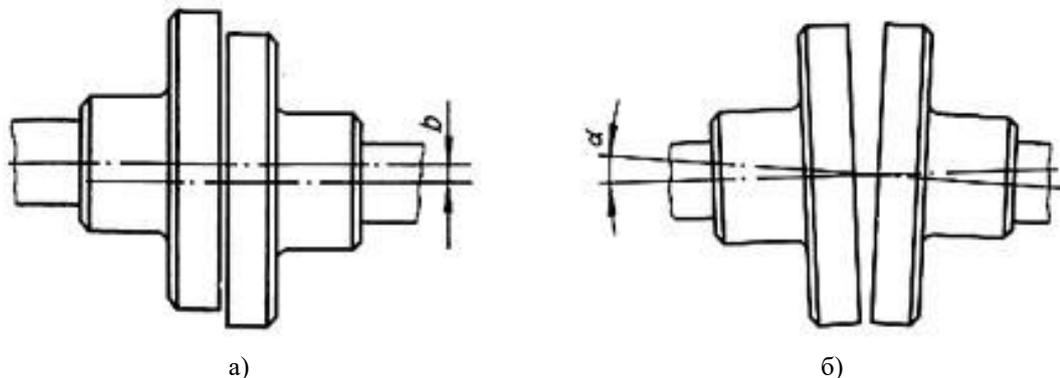


Рис. 1 Параллельная (а) и угловая несоосность (б)

Параллельная несоосность – случай, когда центры вращения валов насоса и двигателя находятся в параллельных плоскостях, расположенных на некотором расстоянии друг от друга. Расстояние между этими плоскостями и есть величина параллельной несоосности.

В случае угловой несоосности – центры вращения валов расположены под некоторым углом друг к другу, оценить который можно, произведя замеры смещения вала двигателя в двух плоскостях, перпендикулярных линии опорного вала (вала насоса) и расположенных на расстоянии друг от друга.

Эффективная передача энергии осуществляется через соосно соединенные валы, при этом валы ведут себя как единое целое. Если валы несоосны, в соединении возникают усилия. Любое смещение или отклонение в угловом положении неизбежно будет означать, что валы будут пытаться найти общую ось вращения. [1]. Будут потери энергии в соединении и возросшая нагрузка будет распределена на механические компоненты, которые обеспечивают вращение, уплотнения, посадочные места подшипников и т.д.

Несоосность валов может вызывать негативные последствия, которые приводят к поломкам и к серьезным авариям. Правильная центровка агрегата может снизить потребление энергии двигателем в среднем до 15%, а в некоторых случаях намного больше. Ведь при несоосности, возникают вибрации, трения между соединениями, что приводит к дополнительным нагрузкам приводного двигателя, что тем самым употребление электроэнергии возрастает в разы. Несоосность также способствует преждевременному и повторяющемуся износу механических компонентов машинного оборудования. Появление увеличенного трения и нагрузки на подшипники, сальники и муфты - только результат действительно важной проблемы, вызванной несоосностью. Несоосность вызывает излишние силы, сокращающие срок службы подшипников. При такой нагрузке, рабочий ресурс подшипников сокращаются в 2 раза, что является пагубным для эксплуатации данного оборудования. Несоосность валов роторного оборудования существенно влияет на срок службы уплотнений. Неудовлетворительное состояние центровки вызывает дополнительные нагрузки на сальники, которые неизбежно приведут к утечкам жидкости и проблемам со смазкой. Во многих случаях проблемы со смазкой - это только симптомы несоосности и могут быть легко предупреждены проведением регулярной центровки валов оборудования. Конечно, воздействие несоосности на срок службы сальников, различное, но выход их из строя после 30-50% от расчетного срока службы - обычное дело. Замена уплотнений часто составляет заметную стоимость, которую можно сэкономить проведением своевременной точной центровки валов. Еще одним частным явлением при расцентровке является вибрация. Вибрация может плохо влиять как на оборудование, так и на окружающий его рабочий персонал. Оборудование, которое подвергается такому негативному последствию, быстрее выходит из строя и нагревается в местах постоянного вращения, вибрация так же плохо влияет на подшипники, она способствует преждевременному выходу из строя. Улучшение качества продукции является дополнительным аргументом при внедрении технологии центровки валов различных механизмов. Уменьшение уровней вибрации, снижение нагрузки на подшипники и другие механические компоненты будет непосредственно влиять на производительность.

Для того, что произвести центровку оборудования, то есть привести валы в соосное положение, необходимо провести ряд операций которое занимает длительное время. Существуют некоторые способы центровки, один из них это подкладка под опоры динамического и приводного оборудования специальных центрирующих пластин, которые представляют собой металлические пластины разных толщин и размеров. Данные пластины подкладывают под оборудование и измеряют положение валов с помощью специальных приборов, которые выдают погрешность неровности, производят данную операцию до полного центрирования оборудования (Рис 2). Имеется и другой способ, использования отжимных болтов. Этот метод без использования пластин, суть его заключается в подкручивании болтов до нужного нам уровня и положения данного оборудования. Эти два варианта являются полностью ручными, то есть не используется автоматику, тем самым данные процессы занимают некоторое количество времени перед запуском оборудования.

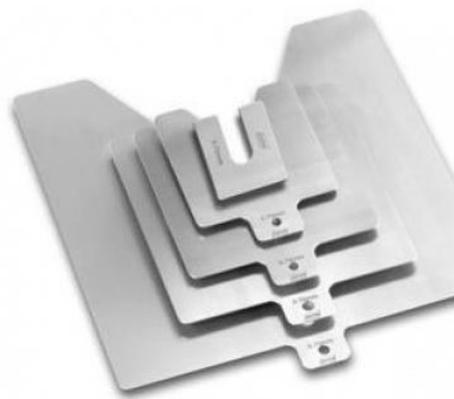


Рис. 2 Регулирующие пластины

Для уменьшения времени на проведение операций по центрированию оборудования и увеличения срока службы, начали разрабатывать и использовать автоматическую систему центрирования. Данная система актуальна в наше время и очень востребована. Так как она упрощает проведение данной работы, и данная система не нуждается в человеке, все действия исполняет компьютер. Используют самовыравнивающие опоры, к которым подведен автоматический привод и датчики смещения (Рис 3).



Рис. 3 Саморегулирующая опора

Самовыравнивающиеся опоры – это жесткие опоры, которые можно использовать многократно для установки машин на фундамент быстро, точно и очень просто, без дополнительных затрат на подготовку и выравнивание фундамента. При срабатывании датчиков, когда оборудование расцентрировалось, выходящий сигнал поддается на устройство и система автоматически выравнивает с совершенной точностью динамическое оборудование, не останавливая его.

Литература

1. Концепция «Технологии надежности» Общество с Ограниченной Ответственностью «Балтех» «Основы центровки промышленного оборудования» // Учебное пособие, Санкт-Петербург, 2014 г - 86 с.
2. RELIABILITY TECHNOLOGIES «Балтех», Калиброванные пластины для центровки серии Baltech-23456N, Санкт-Петербург, 2017 г - 4 с.

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ИНТЕНСИФИКАЦИЮ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ

П.А. Замотин, И.С. Абдрахманов

Научный руководитель – профессор В.Г. Лобанов

Ташкентский архитектурно-строительный институт, г. Ташкент, Узбекистан

Измельчение является одной из самых экономически дорогих стадий, и повышение её эффективности является чрезвычайно актуальным. Среди известных методов интенсификации измельчения руды, специалисты рассматривают измельчение руды в присутствии поверхностно-активных веществ (в дальнейшем ПАВ) в процессе измельчения, которая является технологически простой и с каждым днём всё более актуальной, так как позволяет повысить экономическую эффективность процесса [1], [2], [3].

Данная технология даёт возможность увеличить производительность мельниц при сохранении прежней тонкости помола, уменьшить удельный расход электроэнергии и шаров на тонну руды. Другим положительным эффектом может быть увеличение извлечения ценного компонента за счёт более полного вскрытия минералов при неизменных затратах. Несмотря на очевидную важность применения ПАВ, результаты исследований по их применению часто противоречивы. Это объясняется тем, что условия измельчения могут изменяться по ходу процесса, например, состав навески может отличаться по ситовому анализу.

Разупрочняющий эффект действия ПАВ первоначально объясняли проникновением его трещины с расклинивающим действием. Это справедливо для трещин значительного размера, но часть трещин и микропор меньше молекул ПАВ.

В дальнейшем механизм действия ПАВ объяснили тем [4], что при образовании трещины ионы материала приходят в неравновесное состояние, неравновесное разорванными связями. Образовавшиеся дефекты в кристаллической решетке минерала в активированном состоянии притягивают к себе мигрирующие ионы ПАВ, в том числе в устья трещин. Адсорбционные слои, мигрируя по поверхности и достигая устьев трещин, препятствуют их смыканию. При этом молекулы ПАВ адсорбируются на поверхности полярными группами к твердому телу. С увеличением концентрации ПАВ усиливается взаимодействие углеводородных цепей между собой, что благоприятствует вертикальной ориентации их молекул и максимальной адсорбции.

Целью работы на начальном этапе было выбрать наиболее эффективный ПАВ и изучить особенности измельчения руды в его присутствии. Методики выбора ПАВ для измельчения минерального сырья в литературе не обнаружено, чаще всего в исследованиях используются ПАВ имеющиеся в наличии. Эффективность действия ПАВ зависит от физико-химических свойств материала, и в разных химических системах, может оказывать и положительное, и отрицательное действие.

В исследовании было изучено влияние ПАВ над свойствами минеральной поверхности в процессах рудоподготовки. Наиболее эффективным методом исследования влияния ПАВ в системе жидкое-твердое, является измерение краевого угла смачивания [5]. Были приготовлены растворы ПАВ одинаковой концентрации. На первом этапе была изучена зависимость краевого угла смачивания каплей водного раствора с содержанием ПАВ. Для начала нами проведен замер краевого угла по общеизвестной методике каплей на стекле, данное