Теплотехнические испытания и обслуживание паровых котлов

Теплотехнические испытания котла проводят с тем, чтобы установить соответствие его характеристик техническим условиям на поставку (требованиям заказчика), то есть определить пригодность испытуемого котла для энергетической установки судна. Испытания производят на полной, максимальной, мини­мальной и частичных нагрузках при ручном и автоматическом управлении.

При испытаниях определяют:

– спецификационные характеристики котла – расход топ­лива, паропроизводительность, параметры выдаваемого котлом пара, влажность насыщенного пара, коэффициент полезного дей­ствия, величину газовоздушных сопротивлений, коэффициент из­бытка воздуха, а также теплохимические характеристики котла (солесодержание котловой воды, перегретого пара, режим про­дувки и т. д.);

– надежность работы котла в целом и всех его элементов, о которой судят по температурному режиму элементов, проч­ности конструкции котла, плотности арматуры и обшивки, каче­ства кирпичной кладки и изоляции, устойчивости процесса го­рения и поддержания уровня воды в пароводяном коллекторе и т. д.;

– маневренные характеристики котла – продолжительность разводки, подъема и сброса нагрузки, устойчивость параметров пара;

– эксплуатационные особенности котла – удобство, доступ­ность и продолжительность разборки и сборки отдельных ча­стей котла (горловин, лазовых затворов, внутренних частей па­роводяного коллектора, коллектора ПП и др.) доступность чистки и осмотров, ремонтопригодность (удобство глушения вы­шедших из строя трубок, ремонта частей котла, ПП, ВЭ, ВП), эффективность сажеобдувочных устройств, удобство контроля за работой котла.

Теплотехнические испытания осуществляют в два этапа:

1) наладочные – на стенде завода-изготовителя, во время которых отрабатывают все системы управления и защиты, про­изводят отладку процесса горения и водного режима, прове­ряют соответствие полученных характеристик проектным, гото­вят котел к сдаточным испытаниям;

2) гарантийно-сдаточные – в условиях, когда всесторонне учитывают особенности работы судовой энергетической уста­новки (СЭУ), для которой предназначен испытуемый котел; эти испытания выполняют при номинальной и максимальной нагруз­ках, а также на долевых режимах, соответствующих 25-, 50-, 75-и 100%-ной нагрузкам по расходу топлива. Теплотехнические испытания утилизационных котлов проводят во время испыта­ний СЭУ.

Наладочным испытаниям предшествуют детальные осмотры котла и обслуживающих его систем, а также паровая проба. Ее цель – проверка плотности и прочности котла и отдельных его частей, а также деформации элементов котла при постепенном прогревании. По результатам паровой пробы настраивают пре­дохранительные клапаны.

До начала сдаточных испытаний котел должен проработать без чистки не менее 50 ч. На основе результатов сдаточных испытаний окончательно устанавливают все характеристики котла и корректируют документацию; технические условия на поставку, технический формуляр, описание и инструкции по эксплуатации.

Пар из пароводяного коллектора котла *1* поступает через дроссельно-увлажнительное устройство *2* в конденсатор *6*, от­куда конденсатный насос *7* направляет конденсат в мерные баки *9*. Обычно один бак наполняют, а из другого насосом *10* осуществляется питание котла. Стрелкой *5* отмечена подпитка котла добавочной водой. Для возможности изменения химиче­ского состава котловой воды имеются мерные баки *5*, которые заполнены растворами различных химических реагентов. Подача реагентов может осуществляться и непосредственно в котел специальными дозаторами-вытеснителями.

Для обеспечения котла топливом и замера его расхода имеются мерные топливные баки*13*, один из которых заполнен топливом, а из другого топливо подается через фильтры *15*на­сосом *14* к форсунке. При работе котла на мазутах и мотор­ных топливах используется топливоподогреватель и система ре­циркуляции для предварительного подогрева топлива до тем­пературы 65–75°С. Воздух в котел поступает от вентилятора *18*.

На главном паропроводе установлено пароотборное устрой­ство, из которого проба пара направляется в конденсатор *3*. Полученный конденсат поступает непосредственно в солемер, либо в колбу *4* и далее – в лабораторию для химического ана­лиза. Результаты анализа позволяет определить влажность пара. Отбор проб котловой воды осуществляется через холодильник *17*, из которого охлажденная вода сливается в сосуд*16* для дальнейшего химического анализа. Состав продуктов сгорания определяют с помощью газоанализатора. Эти данные используют для расчета коэффициента избытка воздуха. Вода, уда­ленная из котла при верхнем и нижнем продувании, через хо­лодильник*12* поступает в мерную емкость *11*. Параметры пара, питательной воды, воздуха, продуктов сгорания измеряют с по­мощью приборов, часть которых имеют устройства для автома­тической записи показаний. Для того чтобы определить тепло­технические и эксплуатационные характеристики котла в широ­ком диапазоне нагрузок, проводят его балансовые испытания при стационарном режиме работы.

Паропроизводительность котла определяют по расходу пи­тательной воды при неизменном уровне воды в пароводяном коллекторе и плотно закрытых клапанах верхнего и нижнего продувания, в этих условиях .

Расходы питательной воды и топлива измеряют с помощью заранее тарированных мерных баков. Для этого необходимо замерить изменение уровня  воды (топлива) в баке за время .

Расход пара определяют также с помощью расходомерных диафрагм, установленных на главном паропроводе. Температуру воды, топлива, воздуха измеряют техническими ртутными тер­мометрами, а температуру уходящих газов – термопарами; дав­ление пара, питательной воды и топлива – пружинными мано­метрами, а давление в газовоздушном тракте – U-образными водяными манометрами. Показания всех приборов стенда фикси­руют по общему сигналу через 10–15 мин. Продолжительность выхода на стационарный режим – 2 ч. Режим считают стацио­нарным (установившимся), если показания приборов, измеряю­щих основные параметры, не выходят за пределы допускаемых отклонений от среднего значения. При измерениях допускаются отклонения: давление пара ±0,02 МПа, давления газов и воз­духа ±20 Па; температура питательной воды и уходящих га­зов ±5°С. Средние значения показаний приборов во времени находят как среднеарифметические за время испытаний. В рас­чет не принимают значения, отличающиеся от среднего, более допустимого. Если число таких показаний превышает 17% об­щего числа произведенных замеров, то опыт повторяют.

Для расчета коэффициента избытка воздуха а используют дан­ные газового анализа и расчетные зависимости (2.35)–(2.41). По результатам испытаний строят графики представ­ляющие собой зависимости  от расхода топлива *В*. Такой полный объем испытаний предназначен для вновь разработанных котлов. Для серийных образцов объем испытаний может быть сокращен, что предусматривается спе­циальными программами.

Высокоэкономичная и безопасная эксплуатация котла на судне может быть обеспечена при условии выполнения всех тре­бований Регистра СССР, который осуществляет надзор за их реализацией. Этот надзор начинается с рассмотрения техниче­ской документации, чертежей, расчетов, технологических карт и т. д. Надзору подлежат все главные, вспомогательные и утилизационные котлы, их перегреватели, экономайзеры с рабо­чим давлением 0,07 МПа и более.

Представители Регистра СССР подвергают котлы освиде­тельствованию, которые могут совпадать по времени с освиде­тельствованием судна в целом или проводиться самостоятельно. Они бывают первоначальные, очередные и ежегодные.

*Первоначальное* освидетельствование проводят для того, что­бы установить возможность присвоения класса судну (при этом учитывают техническое состояние и год постройки судна, меха­низмов, в том числе и котлов), *очередное*,– что­бы возобновить класс суд­ну и проверить соответ­ствие технического со­стояния механического оборудования и котлов требованиям Регистра СССР; *ежегодное* осви­детельствование необхо­димо для контроля работы механизмов и котлов. Пос­ле ремонта или аварии судно проходит внеочеред­ное освидетельствование. Во время освидетель­ствований представитель Регистра может произво­дить внутренние и наруж­ные осмотры, гидравличе­ские испытания котлов, регулировку и проверку на срабатывание предохранительных клапанов; осмотр средств подготовки и подачи питательной воды, топлива и воздуха, ар­матуры, контрольно-измерительных приборов, систем автома­тики; проверку срабатывания защиты и т. д.

Пробные давления гидравлических испытаний составляют обычно , но не меньше, чем  МПа ( рабо­чее давление). Для пароперегревателей и их элементов если они работают при температуре , равной 350°С и выше.

Паровой котел и его элементы (ПП, ВЭ и ПО) выдержи­вают при пробном давлении в течение 10 мин, затем давление снижают до рабочего и продолжают осмотр котла и его арма­туры. Гидравлические испытания считаются успешными, если пробное давление в течение 10 мин не снижалось, а при осмот­ре не обнаружены течи, видимые изменения формы и остаточ­ные деформации деталей котла.

Регулировка предохранительных клапанов должна быть вы­полнена на следующие давления открытия: для МПа; дляМПа. Максимальное давление при действии предохранительного клапана .

При освидетельствовании производят наружные осмотры котлов вместе с трубопроводами, арматурой, механизмами и си­стемами при рабочем давлении пара.

Результаты освидетельствования заносят в регистровую книгу парового котла и главного паропровода, которая выдается инспектором Регистра СССР при первоначальном освидетель­ствовании каждого котла.