

ОСНОВНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ УЗЛОВ И ДЕТАЛЕЙ ТУРБИН. МЕТОДЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ТУРБИНЫХ УСТАНОВОК

Герова С. В.

научный руководитель доктор техн. наук А. Н. Прокофьев

Брянский государственный технический университет

Энергетическая безопасность современной мировой экономики, государств Европы, Азии и Америки напрямую связана с развитием и стабильным функционированием систем транспорта нефти и газа, обеспечивающим поставку углеводородного сырья потребителям. Сегодня, более 80 % всего добываемого в России газа и каждый экспортный кубометр газа принимается и перекачивается благодаря эксплуатации системы газопроводов.

Магистральные газопроводы, компрессорные станции оснащены всеми средствами энергообеспечения, автоматизации, технологической связи и другими собственными системами и источниками жизнеобеспечения, позволяющими функционировать газопроводам в автономном режиме. Учитывая эти факторы, а также то, что в течение ближайших лет нагрузка на газотранспортную систему будет только расти, уделяется самое серьезное внимание вопросам капитального ремонта линейной части газопроводов, реконструкции и технического перевооружения компрессорных станций (КС)

Определяющее значение для эффективного развития трубопроводного транспорта имеет научно обоснованная политика внедрения инновационных технических решений, материалов, оборудования и технологий при строительстве, реконструкции и эксплуатации магистральных газопроводов.

В связи с вышеизложенным, целью исследований является выявление наиболее часто повреждаемых деталей и узлов турбин, а также рассмотрение основных применяемых методов восстановления деталей энергетического оборудования турбинных установок.

Анализ отказов проводится на основе актов расследования отказов и других форм отчетности. Результаты анализа во многом зависят от качества заполнения этих первичных документов. Результаты статистического анализа информации дают достаточный объем информации для качественного анализа возможных дефектов узлов турбин и признаков, по которым можно судить о возникновении этих дефектов. Достоверность результатов такого анализа в значительной мере зависит от количества объектов, по которым собиралась информация.

Ниже представлены результаты анализа причин отказов турбин и турбинного оборудования более чем по 800 турбинным установкам мощностью от 100 до 800 МВт разных типов и разных заводов-изготовителей, произошедших за последние 15 лет и вызвавших останов турбоагрегата, на основе обобщения статистического материала, а также форм отчетности предприятий.

Для выполнения анализа все отказы турбин подразделялись в соответствии с их причинами на следующие группы: 1)повреждения проточной части; 2)повреждения системы регулирования; 3)повреждения подшипников; 4)повреждения маслосистемы; 5)повреждения трубопроводов и арматуры; 6)повреждения прочих элементов.

При проведении анализа была применена следующая методика: для турбин каждого типа общее число отказов за исследуемый период принято за 100 % и затем, на основе этих данных, определена доля отказов, вызванных повреждениями элементов в соответствии с принятой выше классификацией. Аналогичные расчеты выполнены для

определения доли времени восстановления из-за повреждений каждой группы элементов. Результаты анализа показали, что доля отказов и доля времени восстановления из-за повреждений элементов каждой группы практически для всех типов турбин имеют близкие значения. Наибольшее время восстановления требуется при отказах из-за повреждений лопаточного аппарата, уплотнений и повреждений подшипников (повреждения баббита, повышенный нагрев, перекос подшипника).

Ниже представлены результаты анализа наиболее часто встречающихся повреждений отдельных узлов турбин: роторов, подшипников, рабочих лопаток, элементов маслосистем и так далее. При анализе повреждений ротора отдельно рассматривались следующие детали: вал ротора, муфты, диски, уплотнения, рабочие лопатки. Наибольшее число повреждений приходится на долю рабочих лопаток (47 %). Повреждаемость вала ротора составляет 17 %. Повреждения лопаток представлены на рис. 1.

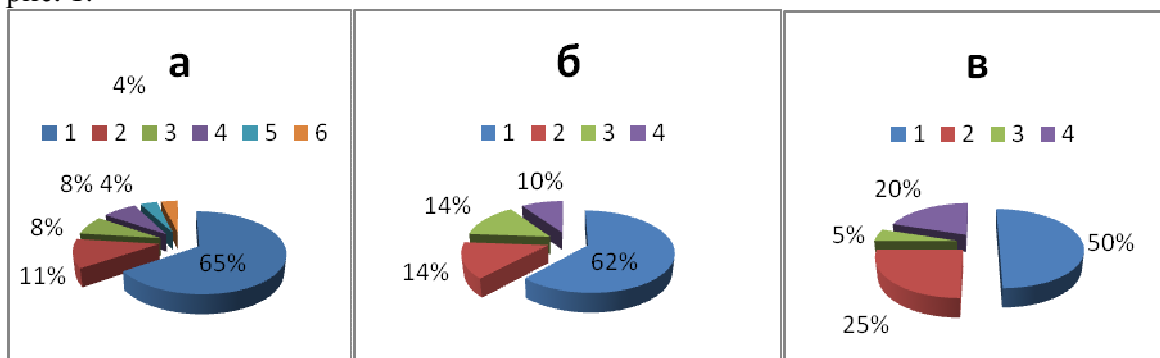


Рис. 1. Повреждения рабочих лопаток:

а — распределение повреждений рабочих лопаток (1 — обрыв рабочих лопаток; 2 — трещины в лопатках; 3 — эрозионный износ лопаток; 4 — повреждения бандажа; 5 — подрезка шипов рабочих лопаток; 6 — разрушение демпферной проволоки); б — признаки наблюдаемые при повреждениях рабочих лопаток (1 — нарушение нормального вибросостояния; 2 — шум в проточной части; 3 — сокращение времени выбега ротора; 4 — увеличение жесткости конденсата вследствие повреждения трубок конденсатора оторвавшимися рабочими лопатками или их частями); в — распределение причин повреждений рабочих лопаток (1 — истощение запасов прочности и усталость металла; 2 — эрозионный износ; 3 — коррозионный износ; 4 — прочее)

Анализ причин и характера повреждаемости подшипников проводился отдельно для опорных (рис. 2), упорных и упорно-опорных подшипников (рис. 3), уплотняющих подшипников генератора.

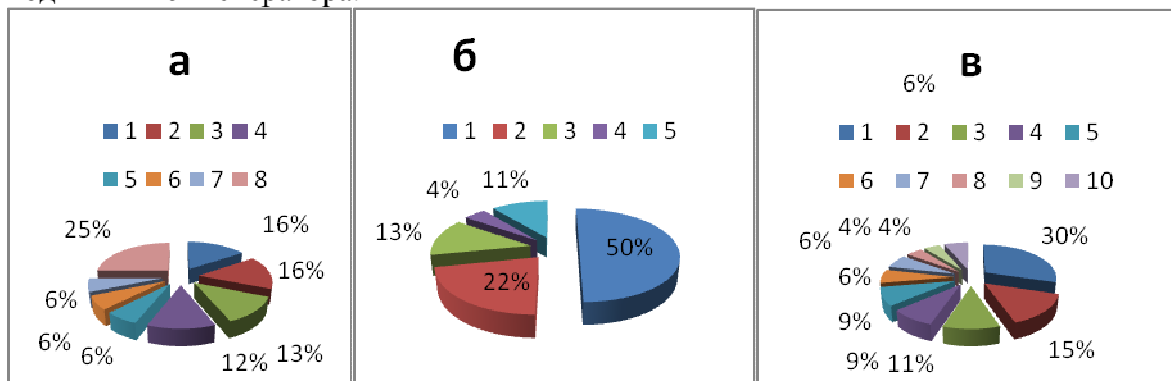


Рис. 2. Повреждения опорных подшипников:

а — распределение повреждений опорных подшипников (1 — подплавление баббита; 2 — выкрашивание баббита; 3 — отслоение баббита; 4 — натяг баббита; 5 — натирания на баббите; 6 — местные выработки в баббите; 7 — следы попадания посторонних предметов; 8 — прочее); б — признаки, наблюдаемые при повреждении опорных подшипников (1 — изменение вибросостояния; 2 — повышение температуры баббита вкладышей; 3 — течь масла; 4 — дым из подшипника; 5 — прочее); в — распределение причин повреждений опорных подшипников (1 — ухудшение маслоснабжения; 2 — расцентровка опор и роторов; 3 — нарушение нормального вибросостояния; 4 — некачественная заливка и повреждения баббита; 5 — стесненное перемещение подшипника; 6 — низкое качество масла; 7 — попадание инородного предмета; 8 — качество сборки и работы муфт; 9 — отклонение величины натяга; 10 — прочее)

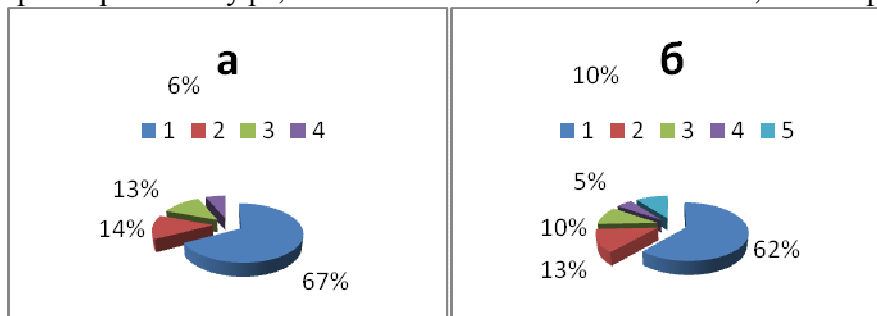


Рис. 3. Повреждения упорных (опорно-упорных) подшипников:

а — признаки, наблюдаемые при повреждении упорных подшипников (1 — увеличение осевого сдвига; 2 — повышение температуры баббита вкладышей; 3 — течь масла; 4 — нарушение нормального вибросостояния); б — распределение причин повреждений упорных подшипников (1 — увеличение осевого усилия; 2 — низкое качество масла; 3 — дефекты ремонта; 4 — стесненное перемещение подшипника; 5 — прочее)

Так как состояние подшипников во многом определяет вибронадёжность и безаварийность работы турбинных установок, то они, также как и лопатки, являются одним из наиболее ответственных узлов турбины. Следовательно, своевременный ремонт данных элементов, выполненный в соответствии с требованиями нормативно-технической документации и результатами диагностики, обеспечивает надёжную работу оборудования. Одним из эффективных видов ремонтных мероприятий является восстановление изношенных поверхностей деталей.

Технологические процессы сварки и наплавки занимают ведущее место при ремонте изделий, поскольку, с их помощью восстанавливают почти 70 % всех деталей. Большое разнообразие материалов, форм и размеров деталей обуславливает необходимость применения в ремонтном производстве различных видов сварки и наплавки.

К высокоэффективным и часто применяемым методам восстановления деталей путем сварки и наплавки относят: 1)наплавка в среде углекислого газа; 2)электроконтактная наплавка; 3)нанесение газотермических покрытий; 4)плазменное напыление; 5)газодинамический метод нанесения покрытий; б)детонационное напыление

Каждый из перечисленных способов обладает своими преимуществами. Выбор наиболее приемлемого способа состоит в техническом, экономическом и организационном анализе требований к восстановленным деталям, с учётом условий их работы в сопряжениях, производственной программой, оснащённости предприятия, обеспеченности материалами, энергией и так далее. Причём, всё это необходимо учитывать в период технологической подготовки предприятий, на основе анализа накопленного опыта эксплуатации и ремонта, а также с учётом современных технологий восстановления.