

С.М. Белобородов

ОАО «НПО „Искра“», г. Пермь

ПРИКЛАДНАЯ ЗАДАЧА ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ РАСЧЕТОВ ЛОКАЛЬНЫХ ДИСБАЛАНСОВ ДИНАМИЧЕСКИ НЕУСТОЙЧИВЫХ РОТОРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КЛАСТЕРНЫХ СИСТЕМ

В настоящее время в энергетике постоянно увеличивается количество энергоагрегатов с ротационным рабочим циклом. Использование высокоскоростного вращательного движения в современных машинах высокой удельной мощности требует уравновешенности валопровода, обеспечивающей приемлемую вибрационную нагрузку на опоры и валы роторов, демпфирующие и рабочие элементы.

Сложность и высокая нагруженность рабочих органов машин подразумевает минимизацию «неработающих» нагрузок: деформации валов и элементов роторов, локальных центробежных сил, необходимых усилий демпфирования, а также нагрузок, определяемых неравномерностью изгибной жесткости валов.

Большинство используемых роторов вследствие балансировки на низкооборотном балансировочном оборудовании являются динамически неустойчивыми. Неустойчивость проявляется в резком повышении уровня вибраций как при переходе через «критические» частоты, так и при увеличении вибрационной радиальной нагрузки, обусловленной установкой безопорных элементов валопровода при монтаже.

Ситуация осложнена тем, что в технологическом процессе монтажа валопроводов отсутствуют методики коррекции локальных монтажных дисбалансов роторов, адаптирующих их к условиям эксплуатации. Используемое переносное балансировочное оборудование позволяет выполнять коррекцию только по доступным плоскостям (их в большинстве случаев не более двух).

При этом технологического решения этой усложненной задачи нет: возможности балансировочного оборудования исчерпаны двухплоскостной динамической балансировкой, обес-

печающей коррекцию моментной неуравновешенности ротора, измеренной относительно балансировочных поверхностей.

Таким образом, складывается достаточно сложное научно-техническое противоречие между необходимостью производства динамически устойчивых валопроводов, имеющейся возможностью этого на основе применения адаптирующих методов балансировки и сборки, и отсутствием технологического программного обеспечения, а также невозможностью их производства без существенного увеличения стоимости.

Одним из направлений решения этого противоречия может стать технологическое программное обеспечение, позволяющее осуществлять информационное сопровождение процесса производства роторов и монтажа валопроводов. Такое сопровождение позволяет разрабатывать меры по коррекции монтажных дисбалансов еще на стадии производства роторов.

Единственным осложнением процедуры расчетов является необходимость ведения параллельных вычислений. Необходимость таких вычислений продиктована взаимным влиянием сборочно-балансировочных операций, оцененных по показателю изменения локальных дисбалансов. При этом одновременный учет изменяющихся и взаимовлияющих параметров существенно удлинял процесс расчетов, а зачастую делал его неприменимым в технологическом процессе. Упрощение расчетов, ограничение факторов приводило к снижению их точности и увеличению неуправляемых погрешностей.

Вместе с тем накопленный опыт при выполнении ряда специфических сборочных и балансировочных операций позволяет не только сформировать ясное представление об этом взаимовлиянии, но и описать алгоритм расчетов, позволяющий обеспечить информационное сопровождение процесса производства.

В основе алгоритма лежит блочная параллельно-последовательная схема очередности решения задач. Основные исходные данные для работы собираются в ходе анализа результатов измерений величин радиальных биений исследуемых поверхностей и расчета величин и направления эксцентриситетов балансировочных и рабочих осей роторов.

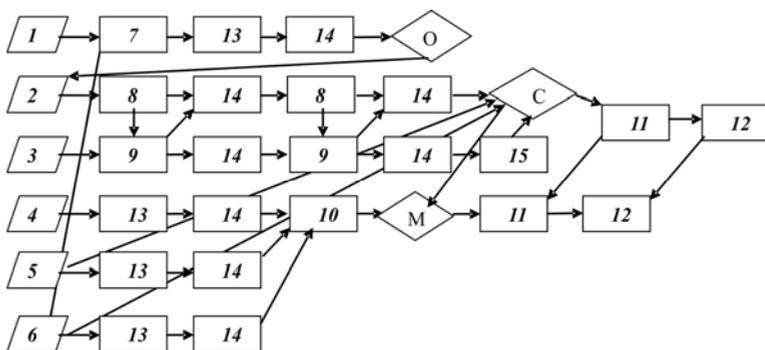


Рис. Алгоритм перспективного программного технологического обеспечения. Обозначения: 1 – ИД для базирования и обработки; 2 – ИД для сборки; 3 – ИД для балансировки; 4 – ИД для монтажа; 5 – ИД для учета динамических изгибов; 6 – ИД для учета неравномерности изгибной жесткости; 7 – процесс обработки; 8 – процесс сборки; 9 – процесс балансировки; 10 – процесс монтажа; 11 – описание локальных дисбалансов; 12 – коррекция монтажных дисбалансов; 13 – процесс измерений; 14 – процесс расчета; 15 – имитация дисбалансов

Основными процессами, оказывающими существенное влияние на изменения локальных дисбалансов, определены: базирование и обработка поверхностей, балансировка и сборка роторов и его элементов, монтаж валопровода, динамический изгиб валов роторов, деформации сложных элементов роторов и демпфирующих элементов. Алгоритм перспективного программного технологического обеспечения приведен на рисунке.

Таким образом, используя возможности высокопроизводительных параллельных вычислений на кластерных системах, предлагаемый алгоритм обеспечивает информационное сопровождение технологических процессов изготовления, балансировки, сборки роторов и монтажа валопроводов, позволяющее вычислительными методами определять меры коррекции монтажных дисбалансов на наиболее целесообразных стадиях производства.