

$$C_m = C_k \left(\lambda + \frac{1-\lambda}{b/l_b} \right),$$

где σ_p – временное сопротивление одностороннему растяжению в зависимости от выбранного горного массива; $\sigma_{сж}$ – временное сопротивление одностороннему сжатию; b – угол внутреннего трения; C_k – сцепление в куске; λ и l_b – соответственно, коэффициенты структурного ослабления, средний размер элементарного структурного блока.

Фактическая производительность экскаватора определяется как [1]

$$Q_\phi = M_{p\Sigma\omega_p} \frac{K_p}{K_f}.$$

Угловая скорость вращения ротора равна [2]

$$\omega_p = \omega_d \cdot i_p.$$

Таким образом, при помощи данных зависимостей, моделируя условия резания грунта и факторы, влияющие на работу экскаватора, можно оптимально спроектировать привод ротора и определить мощность машины в целом.

Библиографический список

1. Владимиров, В. М. Повышение производительности карьерных многоковшевых экскаваторов / В. М. Владимиров, В. К. Трофимов. М. : Недра, 1980.
2. Беляков, Ю. И. Рабочие органы роторных экскаваторов / Ю. И. Беляков, В. М. Владимиров. М. : Машиностроение, 1967.

A. V. Mineev, E. E. Miloserdov

SOME BASE RELATIONS FOR MODELLING MAIN ROTARY TRENCHER DRIVES

Some base relations for modeling, the main rotary trencher drives are considered. The fundamentals formulas used in loading modeling on rotary drive in the excavation rock process are given.

Keywords: rotor; drive; modeling; excavation.

УДК 004.031.43

В. В. Лосев

ПРЕИМУЩЕСТВА OLTP-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Анализируется возможность развертывания в распределенных автоматизированных системах управления технологическими процессами специализированного программного продукта управления данными, ориентированного на OLTP (Online Transaction Processing) с целью распределения транзакционной нагрузки между несколькими узлами.

Ключевые слова: автоматизированная система управления, технологический процесс, транзакционная обработка данных.

Создание и функционирование автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) направлено на достижение определенных технико-экономических результатов. Рассматривая распределенную АСУ ТП как человеко-машинную систему, принято различать реализуемые ею функции: информационные – результатом выполнения которых является представление оператору, диспетчеру системы информации о ходе управляемого процесса; управляющие – включают в себя действия по выработке и реализации управляющих воздействий на объект.

Проектирование и внедрение таких сложных систем, какими являются АСУ ТП, связано с реализацией (матери-

ализацией) в тесной взаимосвязи различных видов обеспечения. В соответствии с ГОСТ 24.104–85 для АСУ, в том числе и АСУ ТП, выделяется ряд основных видов обеспечения: техническое, математическое, программное, информационное, лингвистическое, организационное [1].

Программное обеспечение (ПО) АСУ ТП – это комплекс программ, реализующих алгоритмы обработки информации. ПО АСУ ТП может быть представлено как система с выделением функциональных подсистем, управляющих структур, баз данных (БД), вычислительных процедур.

Информационное обеспечение (ИО) АСУ ТП определяется характеристиками информации, хранимой и об-

рабатываемой в системе, причем в аспекте процедур оперирования с данными, т. е. безотносительно к их содержанию. Данные применительно к АСУ ТП определим как первичные сведения, получаемые от прямого наблюдения за технологическим объектом управления и выражаемые в форме чисел, слов или специальных обозначений, а термин «информация» – как сведения, полученные после соответствующей переработки данных.

Данные виды обеспечения АСУ ТП представляют исследовательский интерес, прежде всего, с точки зрения анализа их функционирования в АСУ ТП с учетом выполнения логических операций в режиме реального времени.

Архитектурная платформа распределенных АСУ ТП представляет территориально-рассредоточенные вычислительные мощности (узлы), объединенные каналами связи с классическим клиент-серверным взаимодействием. Не является исключением технология SMP (Symmetric Multiprocessing) [2], в которой несколько процессоров имеют равноправный доступ к совместно используемой основной памяти.

Системы класса SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) являются основным программным обеспечением НМІ (Human Machine Interface) АСУ ТП [3]. Ввод-вывод данных осуществляется в результате взаимодействий с устройством связи с объектом (VCO), посредством драйверов, а также с БД посредством интерфейсов ODBC (Open DataBase Connectivity).

Существующие и проектируемые АСУ ТП реализуют информационную функцию путем следующих операций: контроля, регистрации текущих параметров и сравнение их с регламентированными; фиксации времени отклонения параметров; вычисления комплексных показателей процесса; предоставления хранимой информации на основе запросов и т. д.

Поддержка реального времени обеспечена как операционными, так и SCADA-системами, что является необходимым условием протекания сложных процессов для АСУ ТП с непрерывным характером производства. Тем не менее, временные задержки имеют место при взаимодействии с БД, что вполне объяснимо. Современные коммерческие СУБД берут свое начало от «System R» [4], разработанной в 70-е гг. XX в., наследием которой стали следующие архитектурные черты: структуры хранения данных и индексов ориентированы на дисковую память; использование многопоточности для сокрытия временных задержек; механизмы управления параллельным доступом на основе блокировок; восстановление на основе журналов. «System R» была разработана с учетом характеристик аппаратуры, которые по некоторым показателям в тысячи раз ниже сегодняшних, к тому же существовал единственный рынок СУБД – рынок обработки бизнес-данных.

Предлагается иная архитектурная платформа распределенных АСУ ТП, основой которой выступает GRID-система (впервые была исследована в проекте «Gamma» [5]), состоящая из N-узлов горизонтального разделения в одноранговой (peer-to-peer) архитектуре, взаимодействующих посредством коммуникационной сети. Данная концепция исключает использование общих, разделяемых ресурсов – «shared-nothing». Возможно горизонтальное

масштабирование GRID-системы (количеством узлов) по мере расширения мощностей АСУ ТП, с целью увеличения ресурсного потенциала системы и надежности в виде избыточности узлов.

Современные технологии разделения ресурсов, в частности SMP, ограничены количеством используемых процессоров и величиной основной памяти. Данное ограничение накладывает операционная система. В то время как архитектурный подход «shared-nothing» не препятствует наращиванию единичных мощностей GRID-системы.

Особенность предложенной платформы – возможность развертывания в основной памяти узлов GRID-системы специализированного программного продукта управления данными, ориентированного на OLTP (Online Transaction Processing) с целью распределения транзакционной нагрузки между несколькими узлами.

Авторами статьи [6], в частности, предложен архитектурный подход при проектировании вышеназванного программного средства для достижения производительности, значительно превосходящей производительность существующих распределенных СУБД.

Размещение приложения и хранение данных в основной памяти с последующим совершением транзакций без обмена данными с дисковой памятью позволит исключить временные задержки на дисковые операции. Таким образом, методы вызова персистентных объектов исключены. Оперирование данными осуществляется короткими, «легковесными» транзакциями, время полезной работы которых менее миллисекунды. Отсутствуют задержки по вине пользователей, например, в АСУ ТП основной персонал представлен операторами и диспетчерами, задачи которых – наблюдение за информацией, полученной от БД на основе запросов чтения (read). Имеет смысл выполнять все команды SQL в рамках последовательных транзакций с использованием однопоточковой модели исполнения. Следовательно, исключается подсистема регулирования ресурсов, используемая в многопоточковых системах для параллельного выполнения запросов. Нет необходимости особым образом структурировать данные, для которых поддерживается параллельный доступ. Восстановление данных на основе журнализации допустимо, например, журнал откатов (undo) как структура данных в основной памяти, с удалением при фиксации транзакций. Нет необходимости производить повторное выполнение операций (redo), поскольку требуемого эффекта можно достичь путем восстановления данных по сети методом репликации с удаленного узла.

Однако, отмечая преимущества OLTP-ориентированных приложений при проектировании распределенных автоматизированных систем управления технологическими процессами, следует согласиться, что на сегодняшний день существуют проблемные области, связанные с реализацией некоторых методов. Это относится, например, к репликации частей БД между узлами без приостановки транзакций; реализации хранимых процедур как альтернативы двухсторонним коммуникациям между SCADA и БД; восстановлению состояния БД узла после аварийных ситуаций на основе согласованных копий данных.

Библиографический список

1. ГОСТ 24.104–85. Единая система стандартов автоматизированных систем управления. Автоматизированные системы управления. Общие требования. Введ. 1987-01-01. М. : Изд-во стандартов, 2002.
2. Бройдо, В. Л. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации / В. Л. Бройдо. СПб. : Питер, 2002.
3. Деменков, Н. П. SCADA-системы как инструмент проектирования АСУ ТП / Н. П. Деменков. М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004.
4. Kim, W. Relational Database Systems / W. Kim // ACM Comput. Surv. 1979. № 3.
5. DeWitt, D. J. The Gamma Database Machine Project / D. J. DeWitt, S. Ghandeharizadeh, D. A. Schneider [et al.] // IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering. March, 1990. № 1. Vol. 2. P. 44–62.
6. Stonebraker, M. The End of an Architectural Era (It's Time for a Complete Rewrite) / M. Stonebraker, S. Madden, D. Abadi [et al.] // Proceedings of VLDB. Vienna, 2007.

V. V. Losev

**ADVANTAGES OF OLTP-ORIENTED APPLICATIONS
IN THE DESIGN OF DISTRIBUTED AUTOMATED CONTROL SYSTEMS
OF TECHNOLOGICAL PROCESSES**

The paper analyzes the possibility of the deployment in distributed automated control systems of technological processes of specialized OLTP-oriented software for data control to distribute transactional load among multiple nodes.

Keywords: automated control system, technological process, transaction processing of data.