Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им.Г.В.Плеханова,
1989, т. 120

УДК 338.4:622.001

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РЕАЛИЗАЦИИ ТОВАРНОГО СЛАНЦА В СИСТЕМЕ ГОРНО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА ПРИБАЛТИЙСКОГО БАССЕЙНА

Г.Н.ТИШКИНА

Сланцедобывающая подотрасль, как элемент горно-промышленного комплекса на протяжении ряда лет является объектом моделирования и оптимизации. Пройден путь от распределительных и статических моделей к моделям с элементами динамики и к общей производственно-транспортной модели. В статье рассматривается переход от отраслевого к региональному уровню принятия решений при оптимизации развития подотрасли.

Необходимость постановки задачи моделирования процесса реализации товарного сланца вызвана рядом объективных причин. Это, в первую очередь, меняющаяся структура добычи, наличие разносортного сланца и непостоянная структура его потребления. Поэтому проблема минимизации затрат на добычу и реализацию товарного сланца в условиях перехода подотрасли на хозрасчет и самофинансирование является весьма актуальной.

Современным и эффективным методом ее исследования является оптимизация системы добычи и поставки сланца методом линейного программирования. Постановка задачи оптимизации сопряжена с изучением хозяйственных связей горно-промышленного комплекса в различных производственных ситуациях. Наиболее оперативным средством для такого исследования являются экономико-математические модели, реализующие сложную совокупность причинно-следственных связей в развитии сланцедобывающей подотрасли. Причинно-следственные связи записываются в форме балансовых уравнений добычи, складирования и потребления товарного сланца (внутренние связи), ограничений на использование народнохозяйственных ресурсов (внешние связи) и соотношений, описывающих процесс наращивания и использования производственных мощностей сланцедобывающих предприятий во времени (динамические связи). Каждая связь характеризуется набором показателей, одни из которых задаются детерминированно, другие имеют вероятностный характер. К показателям неопределенного характера относятся показатели, отражающие внешние условия развития системы: потребности в разных сортах сланца, идущих на энергетические нужды и в химическое производство; ресурсы, выделяемые на развитие отрасли (капитальные вложения, оборудование и пр.; трудовые ресурсы; раз-

ведаемые запасы; природные условия; охрана окружающей среды). Значительная неопределенность свойственна также и внутренним факторам развития подотрасли, например, возможностям и темпам научно-технического прогресса. Наконец, неоднозначна и степень реализации принимаемых решений. Таким образом, построение модели предполагает использование исходной информации, неоднозначной по надежности и качеству.

Критериальную основу построения модели определил замкнутый круг потребления горючего сланца. Поскольку сланец потребляется в районе его добычи, то критерием оптимальности в модели являются не замыкающие, а производственные затраты, и моделирование процесса добычи и реализации товарного сланца в системе горно-промышленного комплекса Прибалтийского бассейна возможно путем решения закрытой транспортной задачи с самостоятельной системой управления.

В этой системе представлены следующие технико-экономические показатели: себестоимость добычи, численность промышленно-производственного персонала (ППП), теплота сгорания сланца, его потери в недрах и показатели, характеризующие различные системы разработки сланца. Это позволяет не ограничивать хозяйственные связи процессом реализации, но и учитывать производственную ситуацию, техническую и технологическую оснащенность шахт и разрезов, а также процесс обогащения сланца.

Разработанная модель является производственно-транспортной и относится к классу сложных модификаций транспортной задачи. Так как постановка задачи должна учитывать динамику изменения горно-геологических условий добычи сланца и изменения во времени требований потребителей к объему и качественному составу (количеству тепла) товарного сланца, в модели предусмотрена возможность через систему управляемых параметров, характеризующих ту или иную систему разработки, выбирать оптимальную структуру добычи сланца для заданных условий. Таким образом, модель позволяет оперативно контролировать процесс реализации товарного сланца и прогнозировать оптимальные схемы его поставок. Все это достигается за счет определенной группировки сланцедобывающих предприятий и технологий добычи на них, а также рациональной схемы поставки.

Оптимальность группировки обеспечивают, во-первых, условие минимизации производственных затрат (включая транспортные издержки) или их переменной части, численности ППП, величины эксплуатационных потерь полезного ископаемого в недрах, качества товарного сланца или какого-то другого критерия из числа включенных в модель; во-вторых, заданные объемы общей добычи товарного сланца и его реализации с учетом качества при поставках потребителям; в-третьих, ограничения на ввод и выбытие производственных мощностей, материальные и трудовые затраты, потери сланца, поступление дефицитного оборудования и пр. (конкретные ограничения устанавливаются заказчиком).

Задача оптимизации решена методом линейного программирования. Согласно требованиям этого метода модель состоит из линейной системы нера-

венств, в состав которой включена подсистема критерия оптимальности. Исследуемая система моделируется по годам пятилетки. Это означает, что разработанная модель трехмерна.

Модель состоит из четырех блоков. Первый блок характеризует поставщиков сланца. В нем представлена информация, касающаяся процесса добычи сланца на предприятиях Эстонского и Ленинградского месторождений. Данные о добыче сгруппированы в технологические варианты в пределах конкретного сланцедобывающего предприятия.

Второй блок содержит данные по движению запасов сланца на складе, представляющие собой разность между добычей и поставками сланца потребителям.

Третий и четвертый блоки описывают потребителей сланца. Информация, характеризующая потребность в сланце, весьма обширна. Это потребовало раздельного построения двух последних блоков, для учета разных направлений использования сланца.

Модель построена на основе баланса добычи и реализации товарного сланца. Добытый сланец отправляется по путям Производственно-транспортного управления и Министерства путей сообщения потребителям. Излишки складируются. Если потребность превышает добычу, осуществляется "подъем" сланца со склада, в противном случае - "отложение" на склад.

Балансовые уравнения строятся в двух вариантах: по перевозимому объе- сланца и по количеству его тепла. Оптимизация проводится одновременно по двум этим составляющим. В итоге в оптимальный план входят сланцедобывающие предприятия с определенными технологиями добычи на них, обеспечивающие поставку сланца потребителям в требуемом объеме и необходимого качества.

В число предприятий вошли все действующие предприятия: шахты и разрезы ПО "Эстонсланец" и ПО "Ленинградсланец".

В модели с помощью соответствующих ограничений предусмотрена возможность изменения структуры поставки сланца потребителям из месторождений, ввод, выбытие и объединение предприятий, а также изменение системы разработки на них.

Третий блок характеризует потребность в технологическом сланце. Шахтоварианты, представленные в этом блоке, иллюстрируют связь конкретных поставщиков с конкретными потребителями. Например, технологический сланец из шахты "Вару", добываемый с помощью камерной системы разработки, может транспортироваться в ПО "Сланцехим", на сланцеперерабатывающий завод "Сланцы" (Ленинградская область), сланцехимический завод "Кивиыли", цементный завод "Пунаке Кунда" и др.

Четвертый блок содержит аналогичную информацию, относящуюся к потребителям энергетического сланца: Эстонской и Прибалтийской ГРЭС, ТЭЦ "Ахтме" и "Кохтла-Ярве" и др. Общее количество шахтовариантов этого блока 130.

Основным критерием оптимизации выбран показатель суммарных затрат на добычу, складирование и транспортировку сланца до потребителя. В этом критерии затраты на добычу составляют от 87 до 95 %. Поскольку одним из глав-

ных ограничений в модели является объем добычи сланца в Прибалтийском бассейне, величина которого может измениться, то суммарное значение критерия разделено на две составляющие: условно-переменную и условно-постоянную части затрат, т.е. зависящую и не зависящую от объема добычи. Их соотношение по бассейну составляет ориентировочно 3/7. Транспортные затраты также были разделены на условно-переменную и условно-постоянную части. Их соотношение равно 2/8.

При расчете коэффициентов транспортных затрат, входящих в состав целевой функции (критерий оптимизации), учитывалась существующая схема перевозок сланца потребителям, а также прогнозные разработки института "Гипрошахт" по совершенствованию схемы транспорта. По данным Производственно-технического управления ПО "Эстонсланец" и ПО "Ленинградсланец" определены затраты на перевозку I т·км. Тарифы на грузовые железнодорожные перевозки по путям Министерства путей сообщения приняты согласно тарифам.

В шахтовариантах, зависящих от применяемой технологии выемки сланца, учитывались выход энергетического и технологического сланца и теплота их сгорания. В дальнейшем полученная масса тепла (произведение объема добычи на выход определенного вида сланца и его теплоту сгорания) балансировалась с потребностью в этом тепле на сланцеперерабатывающих заводах и электростанциях.

Качество сланца у поставщиков (шахт и разрезов) принималось по фактическим данным с учетом применяемых технологий добычи. Потребность в сланце и его качество, необходимое для ведения технологического процесса по его переработке и сжиганию, были приняты по заявкам потребителей и ГОСТам. На основе этой информации были определены численные значения ограничений по теплоте сгорания рабочего топлива, задаваемое в модели.

Расчеты по модели позволяют определить наиболее рациональные структуры добычи сланца с учетом оптимальных планов его поставок потребителям, что необходимо для успешного внедрения хозрасчета и самофинансирования в сланцедобывающей подотрасли.

Разработанная производственно-транспортная модель оптимизации предназначена для оперативного решения текущих вопросов рациональной загрузки шахт и разрезов и моделирования процесса реализации товарного сланца в системе горно-промышленного комплекса Прибалтийского бассейна. Ее можно также использовать при определении перспективной стратегии развития сланцедобывающей подотрасли, а также для исследования ряда экономических проблем, связанных с ценообразованием, рациональным использованием природных и материальных ресурсов и ряда других задач экономики.