

## ОПЕРАТИВНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ЗАКУПОК РЕМОНТНЫХ РЕСУРСОВ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Боева Л. М., Основина О. Н.

Рассматривается задача оптимизации процесса оперативного планирования закупок материалов и запасных частей для ремонта оборудования ОАО «Лебединский горно-обогатительный комбинат» (ЛГОК). Спрос на ремонтные ресурсы в условиях горно-металлургического предприятия содержит элементы случайности ввиду частого возникновения экстренных (аварийных) заявок, оперативной корректировки производственных планов, изменения состава оборудования вследствие модернизации и реконструкции производства. Авторами предлагается использование разных стратегий управления запасами для разных по значимости и характеру расходования используемых ремонтных ресурсов. Внедрение предложенных моделей управления запасами горно-металлургического оборудования ЛГОК позволит ликвидировать излишние запасы ремонтных ресурсов, сократить неоправданные перерасходы на их закупку, обеспечит ритмичность и качество ремонтных работ.

**Ключевые слова:** горно-металлургическое оборудование; планирование ремонтов; ремонтные ресурсы; план закупок ремонтно-эксплуатационных материалов и оборудования; стратегии управления запасами; страховые запасы; «точка заказа»; объем заказа.

Реализация технологических процессов горно-металлургического производства приводит к непрерывному ухудшению технического состояния оборудования. Постоянное воздействие технологических нагрузок и изменение внутренних свойств элементов оборудования (механизмов, узлов, деталей) оказывает непосредственное влияние на их износ, физическое старение и прочность, что приводит к нарушению работоспособного состояния оборудования, и как следствие, к его отказу, а значит, остановке процесса производства, ухудшая его технологические и технико-экономические показатели [1].

Поддержание оборудования в работоспособном состоянии, исключение и предупреждение его аварийных остановок обеспечивается ремонтной службой горно-металлургических предприятий. К основным задачам, решаемым ремонтной службой, относятся планирование, подготовка и проведение ремонтных воздействий. Задача планирования ремонтов является наиболее сложной и ответственной с точки зрения влияния на эффективность производства. Он включает календарное планирование сроков проведения ремонтов; планирование объемов финансовых и трудовых ресурсов; объемов и номенклатуры ремонтно-эксплуатационных материалов, запасных частей и сменного оборудования; устранения «узких мест» оборудования и его

модернизации и др.

При планировании ремонтов на основе закономерностей износа отдельных частей производственного оборудования с учетом его эксплуатации в различных условиях и режимах, ремонтосложности, периодичности проведения ремонтов, в первую очередь, устанавливается структура ремонтного цикла и объемы ремонтных работ. Затем определяется потребность в материальных ресурсах на ремонт и техническое обслуживание в соответствии с плановыми нормами расхода [2].

Длительность и качество ремонтных работ в значительной степени зависят от качества подготовки к ремонтам, своевременного и бесперебойного обеспечения ремонтов материальными ресурсами. В период подготовки составляются заявки, размещаются заказы на ремонтно-эксплуатационные материалы, механизмы, оборудование.

ОАО «Лебединский горно-обогатительный комбинат» является крупнейшим в России предприятием по добыче и обогащению железной руды и производству высококачественного сырья для черной металлургии. Для поддержания парка оборудования комбината в работоспособном состоянии организовано дочернее предприятие ООО «ЛГБГОК-РМЗ», специализирующееся на изготовлении запасных частей, узлов и ремонтах оборудования горнорудных, металлургических и ма-

шиностроительных предприятий.

Функцию организации снабжения требуемыми ресурсами для проведения ремонтов выполняет Управление по материально-техническому обеспечению во взаимодействии с цехом автоматизации и информационных технологий. В настоящее время на ЛГОК функционирует программа «Планирование затрат на проведение ППР», в которой формируется перспективный план закупки запчастей, сменного оборудования и материалов; ведется анализ обеспечения ремонтов специальным оборудованием и инструментами, осуществляется расчет плановых затрат на ремонт по видам ремонтов по всем подразделениям на год, квартал, месяц.

Годовая потребность в ресурсах на ремонт и техническое обслуживание оборудования формируется в программе «Планирование ремонтов», исходя из объема работ, предусмотренных годовым планом-графиком ремонта оборудования. При оперативном планировании потребности в ремонтных ресурсах учитываются запасы материалов, запчастей и инструментов на складах структурных подразделений предприятия; плановые сроки поставки (с учетом сроков согласования, выбора поставщика, непосредственно самой поставки); аварийные заявки; корректировки ежемесячных заявок. В процессе планирования закупок требуемых для ремонтов материалов и запчастей определяются их номенклатура и количество (объем); сроки поставки на склады и в ремонтные цеха.

Дальнейшее совершенствование процесса формирования плана закупок ремонтно-эксплуатационных материалов и оборудования для ремонтов возможно в направлении оптимизации сроков и размера партий их поставки с учетом запасов ресурсов для ремонта на складах цехов и ремонтных служб предприятия на основе известных моделей и методов управления запасами.

Задача управления запасами для ремонтных нужд предприятия заключается в установлении рационального уровня запасов материалов, запчастей, инструментов и т.д., минимизирующего потери из-за неудовлетворенного спроса (что ведет к срыву или снижению качества ремонтных работ) и затраты на хранение и обслуживание ремонтных ресур-

сов на складе.

Основная особенность, определяющая конкретные методы планирования и контроля запасов, – характер спроса на эти запасы. В условиях ЛГОК спрос на ремонтные ресурсы является независимым, т.к. содержит элементы случайности ввиду возникновения экстренных (аварийных) заявок, оперативной корректировки производственных планов, что ведет к изменению интенсивности потребления ресурсов; изменения состава оборудования вследствие модернизации и реконструкции производства. Данное обстоятельство диктует необходимость использования разных стратегий управления запасами, которые позволят оптимизировать планирование закупок на ремонты на ЛГОК:

1. Управление запасами с фиксированным размером заказа. Заказ на поставку партии делается при уменьшении размера запаса до заранее установленного критического уровня. Интервалы времени между поставками зависят от интенсивности расхода.

2. Управление запасами с фиксированной периодичностью заказа. Объем партии принимается равным разности между фиксированным максимальным уровнем, до которого производится пополнение запаса, и фактическим его размером в момент заказа [3].

Предлагается в условиях ЛГОК использовать обе стратегии дифференцированно для разных по значимости и характеру расходований используемых ремонтных ресурсов.

Стратегия с фиксированным размером заказа предусматривает более жесткий контроль состояния запасов и может быть применена для дорогостоящих материалов и инструментов, ответственного оборудования и запчастей с высоким уровнем ущерба при их отсутствии, а также для ресурсов с непредсказуемым характером спроса.

Стратегия управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами применима, когда поставщик запасов диктует периодичность и сроки поставки; когда использование запасов очень неравномерно во времени, подвержено существенным колебаниям и не поддается планированию и прогнозированию. Она рекомендуется к применению для малостоящих материалов, быстроизнашивающихся деталей и узлов, ре-

ресурсов с низкими затратами на хранение, ресурсов с незначительными издержками при исчерпании их запаса.

Для моделей управления запасами существует понятие нормы запаса – установленного запаса, при котором обеспечивается бесперебойное проведение ремонтных работ. Она складывается из норм текущего и страхового запасов [4].

Страховые запасы создаются с целью снижения риска прерывания ремонтных работ в случае непредвиденных обстоятельств (возможными перебоями в поставке ресурсов, сезонным характером поставки, необходимостью ожидания поставки, неравномерностью потребления ресурсов и т. д.) [5–7]. Задача оптимизации страхового запаса состоит в минимизации сумм затрат на их хранение и потерь от прерывания, переноса сроков или ухудшения качества ремонтных работ при возможных нарушениях поставок ремонтно-эксплуатационных ресурсов.

Оптимальный размер страхового запаса:

$$Z_{\text{стр}}^{\text{опт}} = \sqrt{\frac{C_{\text{оп}} T_{\text{оп}} N_{\text{расх}} V_{\text{рем}}}{C_{\text{рес}} k}}$$

где  $C_{\text{оп}}$  – экономические потери за одни сутки вследствие опоздания поставки, ден. ед.;  $T_{\text{оп}}$  – время опоздания очередной поставки, сут.;  $N_{\text{расх}}$  – норма расхода данного ремонтного ресурса на ремонт, нат. ед. ресурса / нат. ед. ремонта;  $V_{\text{рем}}$  – суточный объем ремонтов, при

проведении которого используется данный вид ресурса, нат. ед. ремонта;  $C_{\text{рес}}$  – стоимость единицы ресурсов, ден. ед.;  $C_{\text{рес}} k$  – суточные издержки хранения запасов единицы ресурса, ден. ед.

Норма хранения страхового запаса:

$$H_{\text{стр}} = \frac{Z_{\text{стр}}^{\text{опт}}}{N_{\text{расх}} V_{\text{рем}}}$$

Величина страховых запасов может быть увеличена на размер так называемых ограждающих запасов, создаваемых для преодоления последствий форс-мажорных обстоятельств, а также для страховки от вероятного повышения цен поставщиком.

При управлении запасами для некоторых стратегий рассчитывается «точка заказа» – фиксированный уровень запаса, при снижении до которого подается заказ на поставку следующей партии.

Сокращение затрат, связанных с обеспечением текущего запаса ресурсов, достигается при оптимизации размера заказа и периодичности поставок.

При использовании стратегии с фиксированным размером заказа (рис. 1) регулируемые параметрами являются «точка заказа» и объем заказа. Интервал времени между подачей заявки и поступлением партии на склад (заготовительный период) может быть постоянным, либо случайной величиной с заданным распределением.

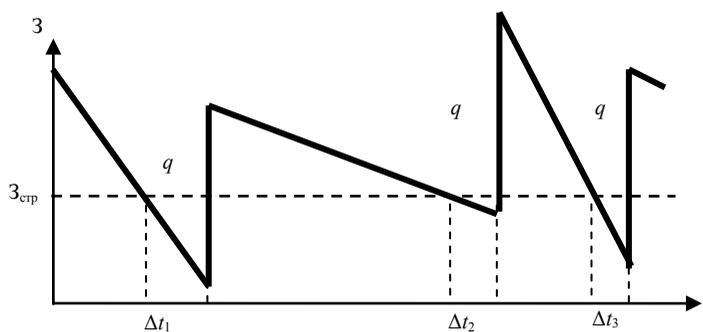


Рис. 1. Движение запасов при использовании стратегии с фиксированным размером заказа при мгновенном пополнении запаса

Если запасы пополняются мгновенно, «точка заказа» (в натуральных единицах ресурса) рассчитывается по формуле:

$$T_{\text{зак}} = Z_{\text{стр}} + R_{\text{ср.-сут}} \Delta t,$$

где  $Z_{\text{стр}}$  – размер страхового запаса, нат. ед.

ресурса;  $R_{\text{ср.-сут}}$  – среднесуточный расход ремонтного ресурса, нат. ед. ресурса;  $\Delta t$  – временная задержка между моментом подачи заказа и моментом его получения, сут.

Если запасы пополняются в течение определенного периода времени  $\Delta t'$ ,

$$T_{\text{зак}} = Z_{\text{стр}} + R_{\text{ср.-сут}} (\Delta t + \Delta t').$$

Оптимальный размер заказа определяется по формуле Уилсона:

$$q = \sqrt{\frac{2C_{\text{рес}}^{\text{парт}} R_{\text{ср.-сут}}}{C_{\text{хр}}^{\text{ед}}}},$$

где  $C_{\text{рес}}^{\text{парт}}$  – затраты на поставку одной партии ресурса, ден. ед.;  $C_{\text{хр}}^{\text{ед}}$  – затраты на хранение одной единицы ресурса за сутки, ден. ед.;  $R_{\text{ср.-сут}}$  – среднесуточный расход ремонтного ресурса, нат. ед. ресурса.

Данная система не ориентирована на учет сбоев в объеме поставок. В ней не предусмотрены параметры, поддерживающие в таких случаях систему в бездефицитном состоянии.

При использовании стратегии с фиксированным интервалом времени между поставками (рис. 2) регулируемые параметрами являются максимальный (плановый) уровень и интервал времени между двумя заказами.

Издержки управления при этом в явном виде не рассматриваются, и размер заказа определяется не по формуле Уилсона. Возможны два варианта.

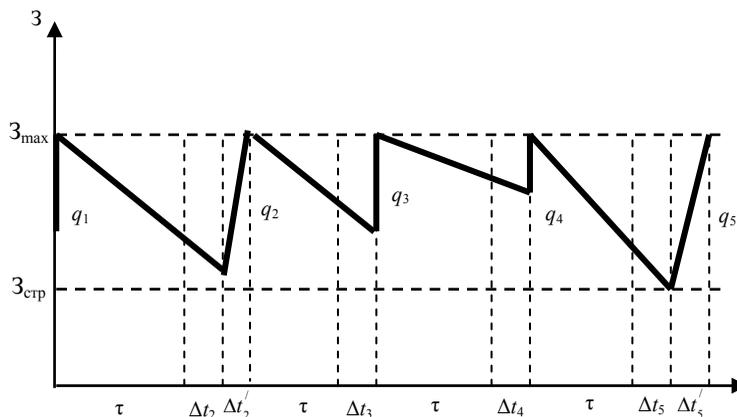


Рис. 2. Движение запасов при использовании стратегии с фиксированной периодичностью заказа

1. Фиксированным является только максимальный размер запаса (рис. 2).

Максимальный уровень запасов, выраженный в натуральных единицах ресурса:

$$Z_{\text{max}} = Z_{\text{стр}} + R_{\text{ср.-сут}} (\tau + \Delta t + \Delta t'),$$

где  $\tau$  – длительность временного интервала между проверками состояния запасов, сут.

Точка заказа в данном случае не рассчитывается. Заказ подается в день проверки, если фактический размер запасов ниже максимального размера.

Размер заказа определяется по формуле:

$$q = Z_{\text{max}} - Z_{\text{факт}},$$

где  $Z_{\text{факт}}$  – фактический размер запаса на момент проверки.

2. Фиксированными являются максимальная величина запасов и точка заказа, выраженные в натуральных единицах ресурса:

$$T_{\text{зак}} = Z_{\text{стр}} + R_{\text{ср.-сут}} (\tau + \Delta t + \Delta t').$$

Заказ подается, если выполняется условие  $Z_{\text{факт}} < T_{\text{зак}}$ .

В соответствии с выявленными потребностями ресурсов на ремонтные работы и движением их запасов составляются балансы по каждому виду ремонтно-эксплуатационных материалов и оборудования для определения объема заказа и источника поставок. Остаток на начало года по каждой позиции ресурсов принимается по фактическому наличию на момент составления баланса и предполагаемому поступлению и расходу за время, оставшееся до начала планируемого ремонта. Объем подлежащих поставке ресурсов определяется по рассчитанной потребности, скорректированной на изменение остатка при доведении его до установленной нормы [4].

Использование предложенных моделей управления запасами ремонтных ресурсов позволит, с одной стороны, ликвидировать их излишние запасы и сократить неоправданные перерасходы на их закупку, а с другой – обеспечить ритмичность и качество ремонтных работ.

Доведенные до уровня программной реализации предложенные стратегии могут

стать основой системы поддержки принятия решений для специалистов Управления по материально-техническому

ЛГОК с последующей ее интеграцией в единую информационную систему предприятия «Планирование ремонтов».

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ручко В. Н. Проблемы планирования ремонтов механического оборудования металлургических заводов // Державний вищий навчальний заклад «Донецький національний технічний університет». Наукові праці. «Металургія». 2008. Випуск 10 (141).
2. Бельгольский Б. П., Коцюба А. И., Простак С. А. Совершенствование организации и планирования ремонтов металлургического оборудования. М.: Металлургия, 1987. 96 с.
3. Плоткин Б. К. Управление материальными ресурсами. Очерк коммерческой логистики: учебное пособие. Л.: ЛФЭИ, 2003. 128 с.
4. Медведев И. А., Бельгольский Б. П., Зайцев Е. П. Организация, планирование и управление производством на металлургических предприятиях. К.; Донецк: Вища шк. Головное изд-во, 1984. 400 с.
5. Гаджинский А. М. Логистика: учебник для высших и средних специальных учебных заведений. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Издательско-книготорговый центр «Маркетинг», 2001. 396 с.
6. Денисов А. Ю., Жданов С. А. Экономическое управление предприятием и корпорацией. М.: Издательство «Дело и сервис», 2002. 416 с.
7. Неруш Ю. М. Логистика: учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. 389 с.

Поступила в редакцию 31 января 2014 г.

**Боева Людмила Михайловна** – кандидат технических наук, доцент кафедры автоматизированных и информационных систем управления. 309516, Белгородская обл., г. Старый Оскол, мкр. Макаренко, 42, Старооскольский технологический институт имени А. А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВПО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС». E-mail: boeva@inbox.ru

**Основина Ольга Николаевна** – кандидат технических наук, доцент кафедры автоматизированных и информационных систем управления. 309516, Белгородская обл., г. Старый Оскол, мкр. Макаренко, 42, Старооскольский технологический институт имени А. А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВПО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС».