

ТРАНСПОРТ ТА ЛОГІСТИКА

УДК 629.44.004.9

Нагаевский В.И.¹, Булгакова Ю.В.²

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ КАНБАН В МАШИНОСТРОЕНИИ (НА ПРИМЕРЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВАГОНОВ)

Рассмотрены предпосылки и возможности внедрения системы управления движением материального потока при производстве вагон-цистерн в условиях предприятия «Азовмаш». Проанализированы основные принципы проектирования системы Канбан.

Ключевые слова: движение материального потока, система управления производством, система JIT, система Канбан.

Нагаєвський В.І., Булгакова Ю.В., Можливості застосування виробничо-транспортної системи Канбан у машинобудуванні (на прикладі виробництва вагонів). Розглянуто передумови та можливості впровадження системи управління рухом матеріального потоку при виробництві вагон-цистерн в умовах підприємства «Азовмаш». Проаналізовано основні принципи проектування системи Канбан.

Ключові слова: рух матеріального потоку, система управління виробництвом, система JIT, система Канбан.

V.I. Nagaevskiy, I.V. Bulgakova. Possibilities of application the production and transport Kanban system in machine building (on example of rail cars production). Preconditions and possibilities of implementation the material flow movement management system in production of tank cars in the conditions of enterprise "Azovmash" are considered. Main principles of Kanban system designing are analyzed.

Keywords: material flow movement, production management system, JIT system, Kanban system.

Постановка проблемы. Машиностроительное предприятие «Азовмаш» является лидером национального производства вагоностроения, обладает производственным и научно-техническим потенциалом. Схема движения материального потока при производстве вагонов на предприятии представляет собой совокупность отдельных производственных звеньев (цехов). Движение и преобразование материального потока в конечную продукцию происходит по цепочке последовательных технологических операций. Промышленный транспорт предприятия осуществляет перемещение материального потока между цехами по технологической цепочке, а также участвует в обеспечении внешнего материально-технического снабжения (рис. 1).

На предприятии функционирует система управления производством и цепями поставок выталкивающего типа, при которой движение материального потока с одной технологической операции на другую происходит по команде, поступающей из централизованной системы управления производством. Система способна увязать сложный производственный механизм в единое целое и обеспечить оперативное планирование изготовления продукции с учетом постоянных изменений в реальном масштабе времени. Однако существуют возможности, опираясь на мировой опыт, совершенствовать систему управления путем применения нового - системы JIT (just-in-time) и неотъемлемого ее элемента - системы Канбан.

Системы JIT и Канбан разработаны Таичи Оно и впервые применены в середине 1970-х годов в компании «Toyota Motors». Во главе стояло достижение цели – исключение дефектов, очередей, производственных запасов, сбоев в работе, что позволяет обеспечить поставку нуж

¹ канд. техн. наук, доцент, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

² аспирант, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

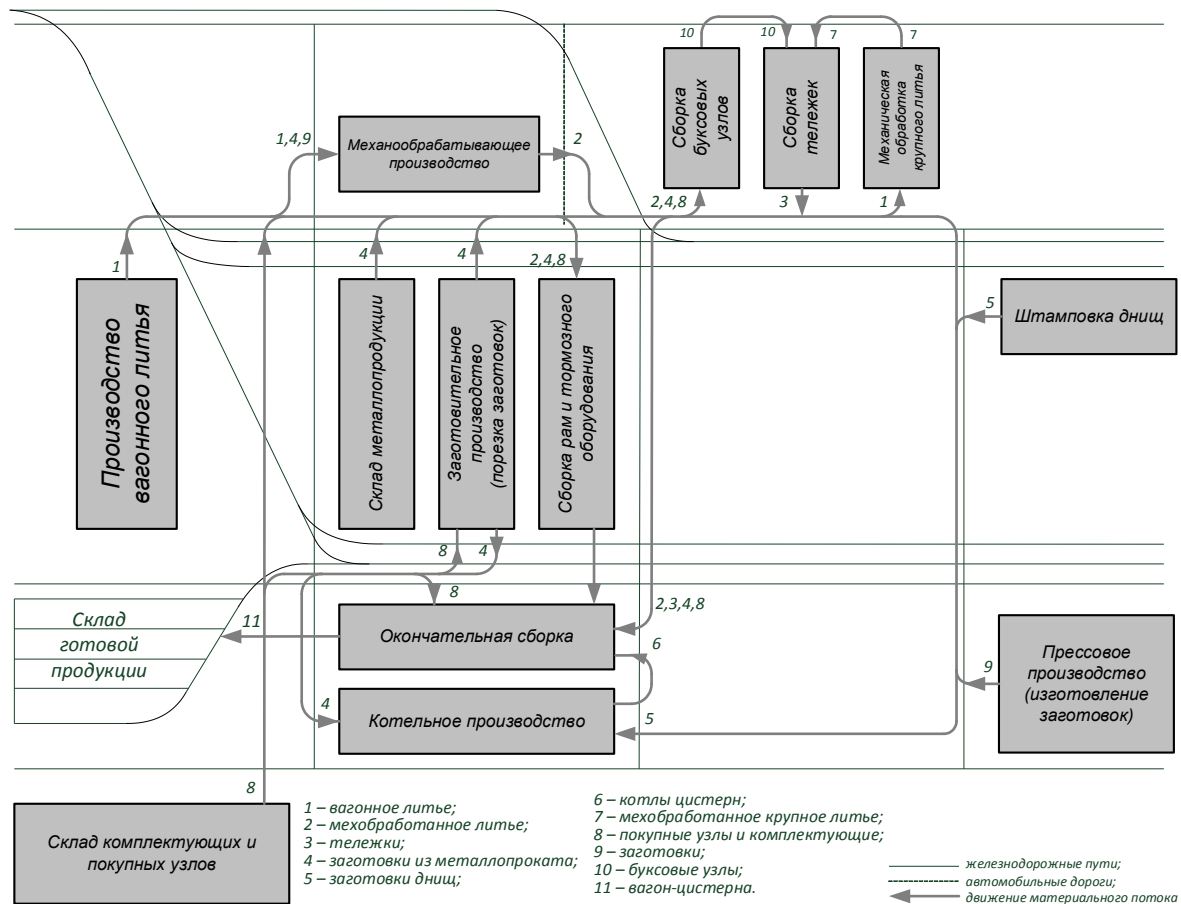


Рис.1 – Схема движения материального потока при производстве вагон-цистерны

ной продукции в нужном количестве, в нужное место и точно в срок. Следуя принципам JIT компании, снижая к минимуму производственные запасы, достигли высокого уровня производительности и качества продукции [1].

Анализ последних исследований и публикаций показал, что системы JIT и Канбан являются объектами исследования многих зарубежных и отечественных ученых. За последнее время исследования этой отрасли сильно эволюционировали. Системы JIT и Канбан становятся инновацией на уровне предприятия и объединяют ячеистое производство, гибкое производство, компьютеризированное производство и роботизацию. Области внедрения систем JIT и Канбан расширились от производственного процесса до всей системы поставок и рассматривались с точек зрения аналитического подхода и имитационного моделирования. Однако поиск оптимального соотношения параметров затрудняется различными потребностями в ресурсах, разной длительностью выполнения заказов, наличием большого наименования конечного продукта. Разработка эффективной технологии или модели принятия верного решения при проектировании систем Канбан осуществляется в условиях суммарного влияния этих факторов [2].

Цель статьи – определение предпосылок и возможностей внедрения системы Канбан в процесс управления производством вагон-цистерн машиностроительного предприятия «Азов-маш».

Изложение основного материала. Система Канбан относится к вытягивающему типу систем, особенность функционирования которых заключается в том, что все производственные участки предприятия, включая линии окончательной сборки, последовательно вытягивают материальный поток, от предыдущих участков в том количестве и к такому сроку, который необходим для выполнения заказа.

Таким образом, в отличие от традиционного подхода структурное подразделение-производитель не имеет общего жесткого оперативного графика производства, а оптимизирует свою работу в объеме заказа, следующего по производственно-технологическому циклу [3].

В переводе в японского «канбан» - это карточка. В системе Канбан она является средст-

вом визуального управления и содержит всю информацию о материалах, необходимых для изготовления или сборки продукции на каждой стадии производства, а также информацию о траектории перемещения материалов. Карточки-канбан применяются для контроля потока производства и потока запасов.

Поскольку производственный процесс сборки вагон-цистерн состоит из множества последовательно-параллельных этапов, задача сводится к построению системы, состоящей из комбинации разновидностей систем канбан: управляемых одним или двумя видами канбанов.

Система с одним канбаном – производственного заказа, применима если расстояние между последовательными производственными участками незначительно. Между участками расположен общий буферный запас, который является выходным буфером для предыдущего участка j и входным буфером для последующего участка $j+1$.

В случае если расстояние между последовательными производственными участками значительное, применяется система с двумя канбанами. Каждый из участков имеет входной и выходной буферные запасы, в обороте находятся производственные канбаны и канбаны транспортировки [4].

Производственный канбан дает сигнал предыдущему участку производить определенное количество продукции (рис.2). Канбан транспортировки дает сигнал транспортировать необходимое количество продукции с предыдущего участка j на последующий $j+1$.

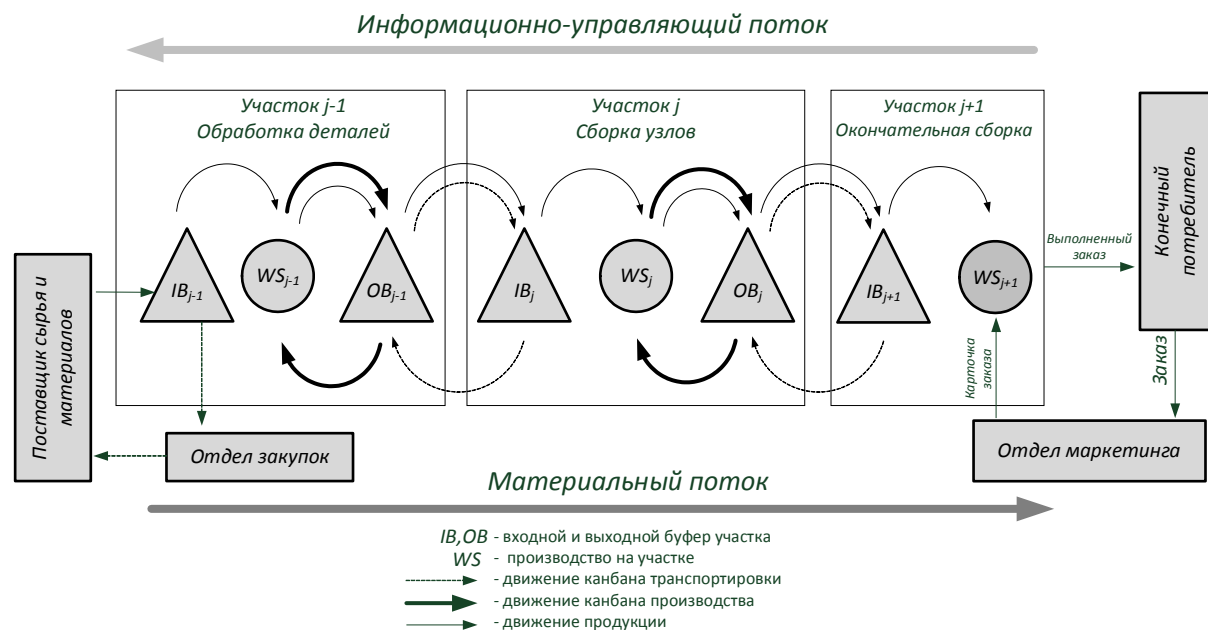


Рис. 2 - Схема управления производством системой Канбан

Функционирование системы с двумя канбанами состоит из следующих этапов:

1. Израсходовав партию деталей, оператор производственного участка $j+1$ извлекает канбан перемещения из контейнера и меняет пустой контейнер на полный. Содержимое полного контейнера соответствует информации канбана транспортировки.
2. Канбан транспортировки с пустым контейнером перемещается на предыдущий участок j , где на заполненном контейнере канбан производства меняется на канбан транспортировки.
3. Полный контейнер с канбаном транспортировки возвращается на участок $j+1$, где карточка открепляется от контейнера и помещается на доску для канбанов.
4. На предыдущей участке j канбан производства перемещается на производство, где выпускается количество деталей в соответствии с канбаном производства.
5. Канбан производства крепится к новой партии деталей, готовой к следующей операции.

В случае производства нескольких видов изделия на одной сборочной линии, речь идет о многопродуктовой системе канбан, которая может управляться одним или двумя видами карточек канбан.

Исходя из возможных областей применения систем Канбан, в процессе производства вагон-цистерны возможно внедрение системы на следующих уровнях:

- управление производством и перемещением изделий с помощью однокарточной и двукарточной систем Канбан;
- управление материально-техническим снабжением путем оборота канбанов между отделом закупок предприятия и внешними поставщиками.

Проектирование системы Канбан заключается в выборе двух важных ее параметров: количество канбанов, оптимальный размер канбан-партии. Под канбан-партией понимается размер партии деталей, перемещаемой одной карточкой канбан.

Формула для расчета количества канбанов, применяемая в компании Toyota имеет вид:

$$K \geq \frac{D \cdot L(1 + \alpha)}{C}, \quad (1)$$

где: K - количество канбанов;

D – потребность в ресурсе в единицу времени;

L – время выполнения заказа;

α – коэффициент безопасности;

C – размер канбан-партии (емкость контейнера).

Время выполнения заказа L включает время ожидания, время производства, время транспортировки, время на сбор канбанов. Страховой запас служит для устранения отклонений как снабжения, так и заказов.

Существуют практические значения переменных α и C . Максимальное значение размера канбан-партии C составляет 10% от потребности в ресурсе, а коэффициент безопасности α изменяется в зависимости от политики менеджмента до 10% от потребности в ресурсе. Изменение размера канбан-партии влияет на размер запаса. При увеличении канбан-партии запас ресурсов увеличивается. В результате возникает избыток запасов. Если канбан-партии уменьшаются, то уменьшается и запас ресурсов, возникает угроза недостатка ресурсов. Задача системы ЛТ – поиск оптимального соотношения рассмотренных выше параметров [2].

С точки зрения суммарных затрат, задачу оптимизации при проектировании многопродуктовой, многоуровневой системы можно записать следующим образом:

$$z = \sum_i \sum_m \sum_t (C_{im}^f N_{imt} + C_{im}^v L N_{imt}) + \sum_i \sum_t (C_i^s Z_{it}) + \sum_i \sum_m \sum_t C_i^h I_{imt}, \quad (2)$$

$z \rightarrow \min$

где: C_{im}^f - постоянные издержки на транспортировку ресурса i к производственной мощности m ; N_{imt} - интенсивность движения ресурса i к производственной мощности m в период времени t ; C_{im}^v - переменные издержки транспортировки единицы ресурса i к производственной мощности m ; L - размер канбан-партии; C_i^s - затраты на переналадку производства одной партии ресурса i ; Z_{it} - количество переналадок за период времени t ; C_i^h - затраты на хранение одной единицы продукта i за период t ; I_{imt} - количество ресурса i , доступного в конце периода t на выходе производственной мощности, где ресурс i производился.

Эффективность функционирования системы определяется вероятностью удовлетворения заказа в выходном буфере. В условиях систем ЛТ эффективность стремится к 100% и определяется коэффициентом уровня обслуживания (PZD):

$$PZD = \frac{\sum_{i=1}^p SD_i}{\sum_{i=1}^p TD_i} \times 100\%, \quad (3)$$

где: SD_i - спрос на изделие i удовлетворенный немедленно; TD_i - количество спроса на изделие i .

Среднее время выполнения заказа рассматривается как время, проведенное изделием в системе, и определяется выражением:

$$MLT = \frac{\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^s (PT_{ij} + IW_{ij} + OW_{ij}) + \sum_{j=1}^{s-1} MT_j}{p \cdot s}, \quad (4)$$

где: s – количество производственных стадий;
 p – количество наименований изделий;
 PT_{ij} - время производства продукции i на производственной стадии j ;
 IW_{ij} - время ожидания продукции во входном буфере;
 OW_{ij} - время ожидания продукции в выходном буфере;
 MT_{ij} - время передвижения продукции с производственного участка на участок.

Система стремится к снижению времени производственного цикла.

Одной из целей системы канбан является исключение запаса незавершенного производства. От суммарного количества канбанов в системе зависит запас незавершенного производства, значит, количество карточек необходимо поддерживать на таком уровне, чтобы минимизировать этот запас. Размер партии, указанный в канбане перемещения либо в канбане производства, отражает размер запаса незавершенного производства в выходном либо входном буфере соответственно. Следовательно, среднее количество запаса незавершенного производства всех изделий на всех производственных стадиях равно среднему количеству активных (ждущих удовлетворения спроса на изделия в данный момент) канбанов (MVT).

$$MVT = \frac{\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^s (WI_{ij} + WO_{ij})}{p}, \quad (5)$$

где: WI_{ij} - запас незавершенного производства изделия i во входном буфере производственного участка j ;
 WO_{ij} - запас незавершенного производства изделия i в выходном буфере производственного участка j .

Рассмотренные параметры предложено рассматривать как ограничительные при проектировании систем Канбан.

Выводы

1. Основываясь на мировом опыте, существуют возможности совершенствования системы управления движением материального потока при производстве вагон-цистерн предприятия «Азовмаш» с помощью внедрения инновационного подхода – систем JIT и Канбан.
2. Систему Канбан рекомендуется применять на двух уровнях: управление производством и транспортировкой изделий между производственными участками, управление материально-техническим снабжением.
3. Проектирование систем Канбан в условиях вагоностроения осуществляется в условиях суммарного влияния следующих факторов: различных потребностей в ресурсах, разной длительности выполнения заказов, наличия большого наименования конечного продукта.
4. Дальнейшие исследования требуют разработку методик и технологии реализации системы Канбан для машиностроительного предприятия «Азовмаш».

Список использованных источников:

1. Канбан и «точно вовремя» на Toyota: Менеджмент начинается на рабочем месте / Пер. с англ. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2008. – 218 с.
2. C. Sendil Kumar, R. Panneerselvam (2007) Literature review of JIT-KANBAN system. Int J Adv Manuf Technol 32: 393-408.
3. Губенко В.К. Логистика: Учебное пособие. – Мариуполь., 1996. – 242 с.
4. Луис Р. Система канбан. Практические советы по разработке в условиях вашей компании / Пер. а англ. Е.В. Журиной; Под науч. ред. Э.А. Башкардина. – М.: РИА «стандарт и качество», 2008. – 216 с.

Рецензент: В.К. Губенко
д-р тех. наук, проф., ГВУЗ «ПГТУ»

Статья поступила 28.03.2011