

УДК 658.581

Г.И. КНЯЗЬКОВ, студент гр. УКм-211 (КемГУ)
Научный руководитель И.Ю. РЕЗНИЧЕНКО, д.т.н., профессор (КемГУ)
г. Кемерово

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ С ПОМОЩЬЮ ИНСТРУМЕНТОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Производственные отрасли в значительной степени зависят от оборудования, которое должно не просто работать, но и постоянно соответствовать требованиям клиентов. С открытием инструментов бережливого производства стратегия технического обслуживания предприятий стала более систематизированной, нежели в предыдущие годы; в свою очередь, это привело к повышению эффективности самого оборудования. В данной обзорной статье рассматривается влияние на производительность модели Total Productive Maintenance (TPM); уделено особое внимание концепции Jishu Hozan (JH) в двух компаниях: Donghai Holesaw Co. Ltd (Южная Корея) и Kien Nan Industrial Sdn. Bhd. (Малайзия). Все данные получены из открытых источников и основываются на четырехмесячных наблюдениях, произведенных после внедрения вышеназванных систем.

Бережливое производство существует во всех видах концепций и идеологий, но в итоге служит одной главной цели — устраниению потерь ради общего повышения производительности [3].

Прежние модели бережливого производства (такие, как «Точно вовремя» и «Всеобщее техническое обслуживание» (TQM)) в значительной степени способствовали появлению концепции «Всеобщее производственное техническое обслуживание» (TPM). Обрабатывающая промышленность, как уже говорилось, зависит от состояния оборудования, обеспечивающего производство компонентов, продукции и услуг. Кроме этого, качество итогового продукта тесно связано с производительностью оборудования. Таким образом, при надлежащем внедрении TPM можно ожидать заметного положительного влияния на производство в целом.

Основные цели вышеназванной системы состоят в том, чтобы достичь т.н. четырех нулей TPM:

- Ноль поломок;
- Ноль несчастных случаев;
- Ноль дефектов;
- Нулевой уровень загрязнения окружающей среды.

Считается, что общая эффективность оборудования (ОЕЕ) напрямую связана с производительностью, поскольку обычно именно она является показателем, который определяет процент запланированного производственного времени, выделяемого непосредственно на производство продукта. При правильном отслеживании разработки новшеств, обеспечивающих достижение предела производства, максимально близкого к идеальному, возможно определить уро-

вень производительности какой-либо производственной компании, исходя из процента достигнутой ОЕЕ (см. табл.1).

Таблица 1. Описание уровней ОЕЕ

% ОЕЕ	Уровень производства
100	Идеальное производство
85	Мирового класса
60	Наиболее распространенный
40	Стандартный среди производств, не обращающихся к бережливому производству

ОЕЕ разбивает производительность рабочего подразделения на три поддающихся измерению раздела:

- Доступность;
- Рейтинг производительности;
- Уровень качества.

Согласно Шинде и Прасаду [2], традиционная модель TPM состоит из восьми столпов, для которых т.н. система 5S является фундаментом, главной основой столпов (см. рис. 1).

Рисунок 1. Восемь столпов TPM



В исследовании, проведенном Шинде и Прасадом [2], был применён процесс аналитической иерархии (АНР), в котором информация используется в качестве руководства по менеджменту, предназначаясь для распределения надлежащих предпочтений и времени для каждого соответствующего столпа.

Согласно одному из исследований, Jishu Hozan (JH) занимает первое место в иерархии среди всех других столпов. Он имел более высокую значимость относительно производительности, стоимости, качества и своевременной доставки (PCQD) [2]. Столп JH посвящен развитию способности операторов выполнять мелкие ремонтные работы; он используется в качестве метода, позволяющего более квалифицированному обслуживающему персоналу уделять время лишь важнейшим действиям, связанным с ремонтом.

Рассмотрим т.н. Семь шагов реализации JH. Семь шагов JH были воплощены в жизнь в соответствии с моделью, используемой Gaikwad [1]. В таблице 2 обобщена процедура, используемая во время реализации.

Таблица 2. Семь шагов JH

Шаг	Вид деятельности	Описание
1	Первоначальная очистка	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Первоначальная очистка и выявление нарушений; ▪ Подготовка матрицы тегов нарушений; ▪ Списки и меры противодействия нарушениям; ▪ Типы и эффекты аномалий; ▪ План удаления тегов; ▪ Аудиторский отчет по первому шагу JH
2	Противодействие источникам загрязнения и тяжело доступных зон	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Источники загрязнения и труднодоступная зона для CLIRT; ▪ Перечень и меры противодействия источникам загрязнения; ▪ Аудиторский отчет по второму шагу JH
3	Подготовка предварительных стандартов и визуальный менеджмент	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Подготовка предварительных стандартов и контрольного списка; ▪ Список визуального осмотра; ▪ Визуальные элементы для сокращения времени общения с CLIRT; ▪ Внедрение контрольного листа JH; ▪ Аудиторский отчет по третьему шагу JH
4	Общая проверка	
5	Автономная проверка	
6	Стандартизация	
7	Полное автономное обслуживание	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Объединяет первые три шага, улучшая производственные навыки, знания и развивая командную независимость.

Кроме этого, за период с ноября 2019 года по февраль 2020 года проценты ОЕЕ были рассчитаны для определения уровня производительности обеих компаний до и после внедрения JH. ОЕЕ можно рассчитать, определив уровень доступности, качества и производительности. Формула, используемая для расчета, представлена в уравнениях (1)-(4).

$$\text{Доступность} = \frac{\text{Общее время простоя}}{\text{Общее время}} * 100 \quad (1)$$

$$\text{Качество} = \frac{\text{Качественные детали}}{\text{Общее количество деталей}} * 100 \quad (2)$$

$$\text{Производительность} = \frac{\text{Общее количество продукции}}{\text{Запланированный объем производства}} * 100 \quad (3)$$

$$OEE = \text{Доступность} * \text{Качество} * \text{Производительность} \quad (4)$$

Результаты, собранные за период с ноября по декабрь, январь и февраль, были сведены в таблицы и использованы для определения рейтинга доступности, производительности и качества (это показано в таблице 3, таблице 4 и таблице 5 соответственно).

Из таблицы 3 видно, что начальный рейтинг доступности в течение ноября заметно варьируется (эти данные представляют рейтинг доступности для каждой компании перед внедрением). Впоследствии, после внедрения JN, рейтинги доступности обеих компаний постепенно увеличивались в течение месяца — и к концу февраля дали почти одинаковые результаты. Обе компании почти достигли идеального балла (100%), что свидетельствует об улучшении общего количества часов производства. Эти результаты соответствуют характеристикам доступности, указанным в источнике [1].

Таблица 3. Рейтинг доступности

Компания	Месяц	Планируемое производительное время (ч)	Фактическое производительное время (ч)	Доступность (%)
Donghai	Ноябрь	320	290	90,63
	Декабрь	328	303	92,38
	Январь	320	307	95,94
	Февраль	328	314	98,13
Kien Nan	Ноябрь	480	452	94,17
	Декабрь	480	460	95,83
	Январь	576	558	96,87
	Февраль	576	566	98,26

Из Таблицы 4 видно, что рейтинг эффективности обеих компаний растет. Это означает, что после внедрения JN производительность в достижении ежемесячных целей по объему производства значительно улучшилась. Тем не менее, рейтинг производительности для обеих компаний довольно посредственный, поскольку они все еще находятся в диапазоне 80%; этот результат всё ещё далёк от идеального рейтинга производительности. Низкий процент эффективности отражает тенденцию, аналогичную исследованию Gaikwad [1].

Таблица 4. Рейтинг производительности

Компания	Месяц	Общее количество продукта	Запланированное количество продукта	Производительность (%)
Donghai	Ноябрь	255 435	320 000	79,82
	Декабрь	255 723	320 000	79,91
	Январь	257 655	320 000	80,52
	Февраль	258 634	320 000	80,82
Kien Nan	Ноябрь	2 105 024	2 700 000	77,96

	Декабрь	2 206 033	2 700 000	81,70
	Январь	2 222 370	2 700 000	82,31
	Февраль	2 238 030	2 700 000	82,89

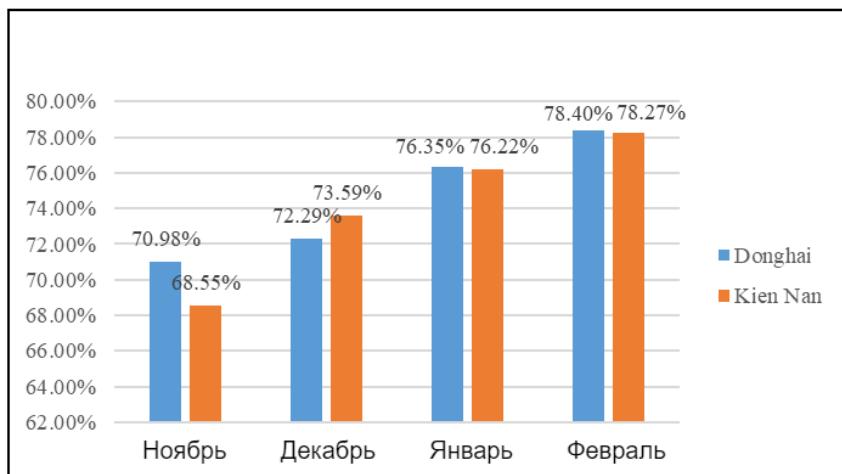
Ссылаясь на Таблицу 5, можно сказать, что рейтинг качества увеличился для обеих рассматриваемых компаний. Однако при этом только Kien Nan показал заметный рост, в то время как Donghai продемонстрировал меньшие улучшения. Тем не менее, в целом Donghai ближе к идеальному рейтингу в 100% качества по сравнению с Kien Nan. Повышение рейтинга качества доказывает, что обе компании смогли производить качественную продукцию с большей скоростью после внедрения JH (как и предполагалось) [1].

Таблица 5. Рейтинг качества

Компания	Месяц	Общее количество продукта	Количество качественного продукта	Производительность (%)
Donghai	Ноябрь	255 435	252 531	98,13
	Декабрь	255 723	252 591	98,77
	Январь	257 655	254 680	98,84
	Февраль	258 634	255 700	98,86
Kien Nan	Ноябрь	2 105 024	1 965 520	93,37
	Декабрь	2 206 033	2 073 672	94,00
	Январь	2 222 370	2 124 363	95,59
	Февраль	2 238 030	2 150 746	96,10

Используя данные, полученные из таблиц 3, 4 и 5, мы рассчитали проценты ОЕЕ для обеих компаний. На рис. 2 показан ежемесячный рейтинг ОЕЕ для Donghai и Kien Nan в виде диаграммы.

Рисунок 2. Диаграмма сравнения ОЕЕ



До внедрения JH Donghai и Kien Nan имели начальный процент ОЕЕ 70,98% и 68,55% соответственно; это довольно типично для большинства производственных отраслей. Обратив внимание на рисунок 2, можно заметить, что после внедрения (с декабря и далее) график показывает тенденцию к росту. Самый высокий процент увеличения ОЕЕ для Donghai наблюдается в период с де-

кабря по январь. Повышенная маржа определена в размере 4,06%. При этом в случае Kien Nan самый высокий всплеск был в период с ноября по декабрь с приличным уровнем (5,04%). В течение последнего месяца тематического исследования обе компании показали рост с небольшой разницей примерно в \pm 2,0%, что составляет менее половины самого высокого темпа роста. Этот вывод согласуется с исследованием, проведенным Gaikwad [1], в котором самые высокие всплески наблюдаются в первые месяцы тематического исследования и будут расти с меньшей скоростью в последующие месяцы.

И Donghai, и Kien Nan успешно улучшили свой процент OEE до впечатляющих 79,40% и 78,27% соответственно. Однако обе компании не достигли показателей мирового класса в 85%. Согласно Gaikwad [1], процент OEE обратно пропорционален производственным потерям; как следствие, увеличение процента OEE означает, что уровень производственных потерь снизился.

Подводя итог, можно сказать, что и корейские, и малазийские компании продемонстрировали одинаковые темпы роста. При этом малазийская компания демонстрирует более высокие темпы роста OEE, а корейская компания имеет несколько более высокий процент этого показателя. Так или иначе, внедрение JH повысило производительность обеих рассматриваемых компаний.

Список литературы:

1. Gaikwad H. V. Total Productive Maintenance in a Manufacturing Industry: A Case Study of JISHU HOZEN Implementation //Indian Journal of Science and Technology. – 2018. – Т. 11. – №. 37. – С. 1-13.
2. Shinde D. D., Prasad R. Application of AHP for ranking of total productive maintenance pillars //Wireless Personal Communications. – 2018. – Т. 100. – №. 2. – С. 449-462.
3. Jurgelaitis J. Uneven diffusion of lean methods in Lithuania: the case company's export extent, sector and size : дис. – Kauno technologijos universitetas, 2021.