

## УПРАВЛЕНИЕ НА ПРОИЗВОДСТВЕНИЯ КАПАЦИТЕТ, ОСНОВАНО НА ИНОВАЦИОННОТО РАЗВИТИЕ НА ИНДУСТРИАЛНАТА ФИРМА

Доц. д-р инж. Огнян Андреев

### Въведение

Изборът на подход за усъвършенстване и развитие на производствения капацитет е от изключителна важност за ефективното функциониране на цялата производствена система на индустриалната фирма. При конвенционалния подход за структуриране на системата от машини и оборудване, съставляваща производствения капацитет, обикновено се прилага пропорционално разпределяне на различните видове машини, като се съблюдават технологичното им предназначение и нуждите от мощности за изпълнение на производствената програма [2,3,5,7,10]. Величината на производствения капацитет се определя на основата на сумарния ефективен фонд работно време на машините на база техническите им възможности и с отчитане трудопоглъщаемостта на отделните операции. Този начин за определяне на производствения капацитет (като сумарна резултативна величина за нуждите от производствено оборудване) обаче не отчита въздействието на редица иновационни фактори, налагащи допълнителни изисквания, които трябва да се съблюдават и които от своя страна оказват влияние в процеса на неговото функциониране и развитие. Изследването на тези въздействия е от изключително значение за нормалното протичане на производствения процес и по-добрите резултати от стопанската дейност на индустриалната фирма [1,4,8,9]. Във връзка с това в настоящата публикация е предложен един подход за определяне насоките на развитие на производствения капацитет на индустриалните фирми с отчитане на ефекта от иновационните процеси.

### Влияние на иновациите върху развитието на капацитета

Определянето и развитието на производствения капацитет в условията на бързо техническо развитие означава непрекъснато да се следи и търси балансирано съотношение между наличното технологично оборудване и нуждите от допълнително такова. Последното предполага не само доставка на нови машини, но също и модернизация на част от тях, замаяната на някои с нови поради физическо износване или морално (иновационно) остаряване. Това означава, че „иновационното въздействие“ налага нови изисквания и ограничителни условия не само при избора на системата за производствен/операционен мениджмънт, но и върху цялата структура на производствената система, в това число и производствения капацитет [1,2,6,9]. Последният вече трябва да се разглежда не като зададена статична величина, а като постоянно изменяща се динамично функционираща система. Правилното отчитане на влиянието на тези иновационни фактори само по себе си създава условия за гъвкаво функциониране на цялата производствена система [5,6,8]. В такъв случай, а и от гледна точка на по-доброто

структуриране за нуждите на изследването на тяхното въздействие върху производствения капацитет, те могат да се групират в две главни направления:

*Първото* е по отношение изработката и/или монтажа на компонентите, сглобените единици и крайните изделия. В зависимост от степента на иновационното развитие капацитетът може да претърпи изменение през различните стадии на жизнения цикъл на продукта. Това изменение е различно за различните случаи и поради обстоятелството, че някои от изработваните компоненти/изделия вече са усъвършенствани („иновационни“), без например това да влияе върху технологичното и потребителско предназначение на продукта. Възможно е влиянието им върху производствения капацитет да се изразява и в това, че някои от технологичните операции може да отпаднат, а в същото време да се появят нови. Това естествено повлиява върху протичането на операционния процес и движението на материалните потоци. Заради взаимовръзката между отделните етапи на производството [4,8] се налага своевременно гъвкав подбор на съответстващ капацитет, а от там и изискванията към самия капацитет на производствените звена нарастват значително [1].

*Второто направление* е свързано с въздействието на иновационното развитие непосредствено върху самото производствено оборудване (капацитет). Както беше споменато, освен с многото други особености, съвременното производство се характеризира и с това, че настъпва много бързо иновационно/морално остаряване на техниката и технологиите [6,9]. Процесът на иновационно въздействие върху производствения капацитет може да бъде представен по начина, показан на фиг. 1.

### Управление на развитието на производствения капацитет

Обикновено производственият процес се състои от различен брой фази, частични процеси и операции, през които материалният поток се „преобразява“ от заготовки в детайли, сглобени единици и крайни изделия. Той следва определената технологична последователност, като всеки следващ технологичен процес получава за обработване детайлите от предшестващия [3,4,7,8,10]. Често при взаимодействието на повечето двойки подаващ-потребяващ производствен процес се получават колебания в материалния поток с различна амплитуда. В случаите, когато обемът на технологичната обработка е по-голям от предварително планирания, за да бъде осигурена непрекъсната работа на потребяващото звено, се налага там да има допълнителен „запас“ от производствени мощности (капацитет). Величината на този запас зависи от амплитудата на посочените по-горе колебания [1,8].



Фиг. 1. Въздействие на иновационното развитие върху производствения капацитет

Взаимозависимостите и колебанията, които водят до потребности от изменение на капацитетните възможности, могат да бъдат определени като математически ограничения и на тази база да се търсят начини за гъвкаво реагиране на потребностите от допълнително технологично оборудване.

За целта приемаме, че в първата фаза на производствения процес постъпва постоянен материален поток  $P_0$  (брой детайли за единица време), а на изхода –  $P_1$ , който е различен от входящия вследствие иновационното развитие на продукта. При това между входа ( $P_0$ ) и изхода ( $P_1$ ) на материалния поток има количествена взаимовръзка, дефинирана от зависимостта

$$P_1 = U_1 P_0, (1)$$

където параметърът  $U_1$  характеризира обработката на материалния поток в първата фаза (производство на заготовки) и сам по себе си представлява случайна величина. С това отразяваме факта, че входящият материален поток е вероятна величина по своята същност.

Основната вероятностна характеристика на входящия поток има математическо изражение  $M(P_1)$ :

$$M(P_1) = M(U_1) P_0 (2)$$

и дисперсия  $D(P_1)$ , определена по формулата:

$$D(P_1) = P_0^2 D(U_1) (3)$$

Най-често в тези случаи е в сила нормалният закон на разпределение, от което следва, че значението на случайната величина се намира в границите на три стандартни отклонения на математическото очакване от зависимост (2), т. е. максималният входящ поток ще бъде:

$$P_{1 \max} = M(P_1) + 3 \cdot \sqrt{D(P_1)} = M(P_1) \left( 1 + \frac{3 \cdot \sqrt{D(U_1)}}{M(U_1)} \right) (4)$$

По такъв начин параметърът  $U_1$  на втората фаза на производствения процес трябва да обезпечи капацитетни възможности, които да могат да пропуснат материалния поток  $P_1$ , или

$$P_1 = M(P_1). (5)$$

Вероятностният характер на  $U_1$  налага да бъдат определени границите на неговото изменение, при които е налице равномерна обработка на постъпващия материален поток (от  $U_1$  до  $U_{max}$ ). В относителни единици това се измерва с величината

$$1 + \frac{3 \cdot \sqrt{D(U_1)}}{M(U_1)}$$

и расте с увеличаване на разсейването в плюс или минус от средното значение на  $U_1$ .

$$D(P_2) = P_0 [D(U_1)D(U_2) + M^2(U_1)D(U_2) + M^2(U_2)D(U_1)] \quad (8)$$

За да се осигури равномерната обработка на детайлите от следващия материален поток (поток 3), при максимално натоварване на оборудването вследствие въздействие-

$$M(P_2) \left( 1 + 3 \cdot \sqrt{\frac{D(U_1)}{M^2(U_1)} + \frac{D(U_2)}{M^2(U_2)}} \right)$$

При наличието на  $n$  на брой етапи изчисленията се извършват в същата последователност, като се съблюдава разсейването (дисперсията) да бъде в приетите граници, осигуряващи необходимия запас от капацитет.

$$P_n = U_n P_{n-1}, \text{ или } P_n = U_1 U_2 U_3 \dots U_n P_0 \quad (10)$$

$$M(P_n) = M(U_1)M(U_2) \dots M(U_n)P_0,$$

$$D(P_n) = P_0 [D(U_1)D(U_2) + M^n(U_1)D(U_2) + M^n(U_2)D(U_1) \dots + M^n(U_n)D(U_n)]$$

Този начин на определяне на запаса от капацитет е особено подходящ за дискретните производствени процеси. При тях вероятността да настъпи изменение в приетата първоначално мощност на материалния поток е много голяма [3,4,7]. Това е така, защото материалният поток се влияе не само от количествените показатели (брой на детайлите, разход на материал на единица продукт и др.), но и от техните качествени показатели (качество, състав и структура на материала, вид на детайлите, подмяна на материали и други подобни).

В процеса на работа често възниква и въпросът как да бъде избран най-ефективният вариант измежду няколко съществуващи възможности. За целта е необходимо да се разработи

$$x_j t_i \geq \tau_i q_i \quad j = 1 \dots n, \quad i = 1 \dots m; \quad (12)$$

$$\sum_{i=1}^m t_i = T_n; \quad (13)$$

$$x_j \geq 0, t_i > 0 \quad (14)$$

За построяването на модел за решаването на задачи от този тип за  $m$  вида изделия и  $n$  типа производствено оборудване (капацитет) е необходима допълнителна информация за:

- $\tau_{ij}$  – нормативно време за обработка на изделията от  $i$ -тия вид на  $j$ -то оборудване;
- $q_i$  – размер на поръчката за производство на изделия от  $i$ -тия вид;
- $T_n$  – плановият период от време за изпълнение на поръчката.

По отношение на втората фаза на производствения процес за материалния поток може да се представи следната зависимост:

$$P_2 = U_2 P_1 \quad (6)$$

$$\Rightarrow P_2 = U_1 U_2 P_0$$

Математическото изражение на дисперсията на материалния поток (потока на детайлите) за тази фаза се определя от независимите случайни величини  $U_1$  и  $U_2$ :

$$M(P_2) = M(U_1)M(U_2)P_0, \quad (7)$$

то на иновационното развитие на техниката –  $P_2$ , то звено-то/етапът, вместо производствената мощност (капацитет)  $M(P_2)$ , следва вече да осигури следния капацитет:

В крайна сметка същността на тази математическа закономерност приема следната форма:

математически модел, с който да се оптимизира по критерия „Максимално използване на производственото оборудване при минимални разходи“. Това означава да се минимизира сумарната стойност на разходите, свързани с работата и издръжката на оборудването, или:

$$\sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \min \quad (11)$$

при ограничения:

$x_j$  и  $t_i$  са неизвестните величини, с които са обозначени съответното оборудване от тип  $j$ , необходимо за производство-то на планираните като обем изделия и необходимият период от време, през който ще се произвеждат изделията от  $i$ -тия вид.

Неравенство (12) показва необходимостта параметрите  $x_j$  и  $t_i$  да отразяват съществуващото ниво на трудопоглъщаемост, на базата на което е изчислена трудопоглъщаемостта на единица продукция, заложен в производствената поръчка за изделието.

Уравнение (13) характеризира ресурса време и неговата ограниченост от параметрите  $x_j$  и  $t_i$ . Те могат да бъдат само

неотрицателни величини. Решението на задачата включва нелинейни уравнения, понеже в ограничението влизат неизвесните величини  $x_j$  и  $t_j$ , което налага допълнителни пресмятания.

Редица изследвания за развитието на производствения капацитет в индустриални фирми у нас показват че някои от тях започват да търсят и други форми на регулиране на запасите от производствени мощности, като прехвърляне на някои от технологичните обработки на фирми-подоставчици (аутсорсинг), специализирано разпределение на производството на детайли и изделия по дивизионални направления, въвеждане на гъвкави организационни и производствени форми и др.

От изложеното може да се направи изводът, че иновационното развитие повлиява не само технологичния процес и произвежданите изделия, но също така и капацитетните възможности на производствената подсистема на фирмата. Следователно вредните въздействия до голяма степен могат да бъдат елиминирани, като се оптимизира използването на наличното технологично оборудване по време и мощност (капацитет). Също така следва да се създават и използват гъвкави форми, както за използването на производствения капацитет, така и за неговото обновяване и усъвършенстване.

### Заключение

Дискутираният тук подход за управление развитието на производствения капацитет, основано на иновационното развитие на индустриалните фирми, може да послужи за подобро и гъвкаво използване на техническите възможности на оборудването. В настоящата публикация е предложен подход за отчитане на колебанията (дисперсията) в обема и качествените характеристики на материалния поток за възможно равномерно използване и натоварване на капацитета на индустриалните фирми. Предложени са начини за отстраняване на тези неблагоприятни въздействия чрез оптимизиране на регулирането и прилагането на гъвкави организационни форми на решение.

### Литература

1. Андреев, О., Съвременни системи за производствен и операционен мениджмънт – концепция за постигане на Lean Mass Customization. Монография, Софттрейд, 2009.
2. Бинева, В. & И. Димитров, Критерии и методи за избиране на подходящи доставчици на бизнес процеси за организацията, "Управление и устойчиво развитие", София, 2008.
3. Даков, И., Производствен инженеринг, Люрен, ISBN 954-568-074-1, 2003.
4. Дамянов, Д. & Т. Панайотова, Организация на конкурентния инженеринг в индустриалните фирми, ТУ-Варна, ISBN-954-20-0369-4, (2007).
5. Демирова, С., Иновационно развитие и иновационна политика на малките и средни индустриални предприятия, Колор Принт, Варна, 2013.
6. Димитров И. & П. Янгъзов, Анализ на етапите при проектирането на бизнес процесите, Годишник на Университет „Проф. д-р Асен Златаров”, Том XLI (2), Бургас, 2012.
7. Македонска, Д. & Т. Панайотова, Индустриален инженеринг, ТУ-Варна, (2008).
8. Панайотова Т., Моделиране на организационните връзки при разработване на сложни проектни задачи в условията на конкурентен инженеринг, Дисертация, София, 2005.
9. Петров, М. & колектив, Иновациите – политика и практика, фондация „ПИК“ ARC FUND, 2004.
10. Tudjarov, B., N. Kazakov & L. Dimitrov, Logistic information system – XML model for manufacturing environment. Sofia, Heron Press, 2006.