

# ИНОВАЦИОННО ВЪЗДЕЙСТВИЕ ВЪРХУ РАЗВИТИЕТО И ИЗМЕНЕНИЕТО НА ПАРАМЕТРИТЕ НА ПРОИЗВОДСТВЕНОТО ОБОРУДВАНЕ (МОЩНОСТИ/КАПАЦИТЕТ) В ПРОЦЕСА НА НЕГОВАТА ЕКСПЛОАТАЦИЯ

маг.инж. Харис М. Кундуриц

**Annotation:** This article offers an algorithmic sequence of study the amendment of parameters of the technological equipment of the woodworking sector due to his physical and innovative aging. Analyzed is an innovative development impact and the amendment of its parameters in different periods of its exploitation. Conclusions are made and proposals for improving this process of development and more accurately determine the production capacity.

## Изследване на експлоатационния срок и физическото и иновационно остаряване на оборудването

Решаването на съвременните проблеми на развитието на производствените мощности/капацитет и изменението на техните параметри налага и преразглеждане на традиционните или конвенционални подходи на формиране на изискванията при използването на технологиите и техниката, в т.ч. и търсене на гъвкави организационни форми на приложение. При положение, че въпросът със създаване на нови технологии, машини и устройства в основни линии следва една възходяща степен на постоянни иновативни решения, водещи до бързо иновационно остаряване на технологиите и техниката то проблемът с производствения капацитет също търпи развитие. Ето защо интензивните фактори за развитие на производството вече добиват други измерения, тясно свързани с оптимизация на процеси, дейности и ефективно използване на основните средства като машини, съоръжения и др.

Ефективността на индустриалното производство и в частност на това в МСП от дървообработващия сектор в голяма степен зависи от експлоатационния срок на оборудването. Но замаяната на старо, иновационно остаряло оборудване с ново не винаги е ефективно, защото това е свързано с редица показатели като обем на произведена продукция, фондоотдаване, ръст на отчисленията и др. Трябва да отбележим, че тук играят роля и факторите, свързани не толкова със срока на работа на оборудването, а преди всичко печалбата, която ще се получи от цялостното му използване. Оборудването е активната част на основните фондове, на базата на която се определя производствената мощност/капацитет на индустриалното предприятие. Доколкото машините и съоръженията се отнасят към категорията на основните фондове, то тяхната полезност и ефективност трябва да бъде съобразена с правилния избор на методите и показателите за оценка на вложените за тях инвестиции. Високите темпове на техническия прогрес налагат бързо иновационно

където:

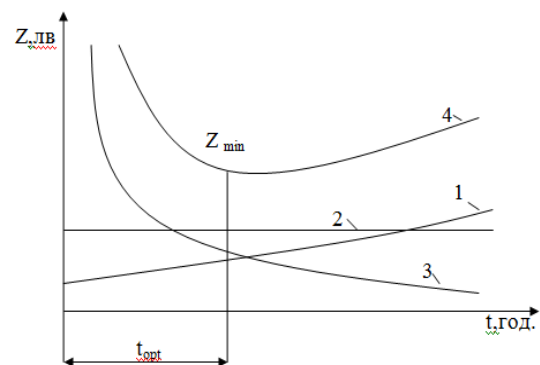
- 1 – делът на експлоатационните разходи, растящи с увеличение на експлоатационен срок на оборудването;
- 2 – делът на експлоатационните разходи, неизменящи се с увеличение на експлоатационен срок на оборудването;
- 3 – възвръщаемост на капиталните разходи (амортизационни отчисления);
- 4 – общи разходи.

В практиката са известни различни подходи и начини за определяне експлоатационния срок на оборудването. Това са метод на съвкупните годишни разходи, метод на привеждане на общите разходи към сумата на вложените инвестиции, графични методи, графо-аналитични, аналитични и др.

Отчитането на експлоатационния срок на машините с вземане под внимание на всички въздействащи фактори в т.ч. и иновационните може да се приеме и като срок, удовлетворяващ изискванията на научно-техническите постижения при оптимални възможности за

остаряване на оборудването, но това не означава, че същото трябва да се замени изцяло с ново[1]. Успешното решаване на такива задачи изисква вземането под внимание и влиянието или въздействието на редица фактори, формиращи изискванията за ефективност както на производството, така и на капацитетните възможности на предприятията. Много от авторите [1,2,3,4,5,7], които се занимават с тези проблеми са на мнение, че трябва да се търси едно балансирано съотношение между физическото износване и иновационното остаряване на техниката. Практиката обаче засега показва, че даденостите съществено се различават от прогностичните виждания на тези специалисти. Засега физическото износване често пъти превъзхожда два до три пъти иновационното остаряване на техниката. Това е особено характерно за т.нар. универсални машини или машини с гъвкави възможности, които са по-голяма част от използваните в дървообработващите предприятия.

Изменението на себестойността на единица продукция в зависимост от експлоатационния срок е показано на фиг.1.[4]



Фиг.1. Изменение на себестойността на единица продукция в зависимост от експлоатационния срок

използване на капацитета на оборудването. Определянето на оптималния експлоатационен срок на оборудването се явява като необходимо, но недостатъчно условие за формиране на капацитетните възможности на индустриалната фирма. Това се обяснява с факта, че фактически за различните видове машини времето им в експлоатация почти винаги превишава определеното като оптимално, защото материалното износване става по-бавно от иновационното.

Необходимо е да се подчертае, че търсенето на най-добрите решения за определяне на производствения капацитет създава условия, които водят и до търсене на различни форми на оптимизация на този процес. В практиката най-често се прилагат различни методи за оптимизация на дейностите, свързани с определяне на производствения капацитет. Те обикновено са свързани с изменение на параметрите, характеризиращи състоянието им за определен период от време.

Параметрите и показателите, които характеризират състоянието на производствените мощности и определят техния капацитет могат да се разделят на два вида.

Първо – това са икономическите параметри, изразени в икономически показатели като: експлоатационни разходи, делът на разходите за оборудване на единица продукция, себестойност на единица продукция, общи разходи, амортизационни разходи и др.

Второ – това са техническите параметри, изразени в технически показатели, включващи експлоатационен срок, надеждност, ремонтпригодност, коефициент на полезно действие, технологични възможности и др.

Критерия за техническото състояние на машините се определя от съвкупност от параметри – физически величини, които характеризират работоспособността на елементите, показателите на които формират техническите изисквания за ремонт и техническо обслужване, а също така и тяхната експлоатационна способност. Процеса на изменение на тези параметри може да се разглежда в три направления:

- а) изменение състоянието на параметрите без изменение качеството на елементите;
- б) изменение състоянието на параметрите с изменение качеството на елементите;
- в) изменение състоянието на параметрите с изменение качеството на машините.

Първия процес характеризира нормална работа на елементите през целия експлоатационен срок в диапазона от началото до пределното им състояние (отказ). Втория процес се характеризира с отказ на елементите, поради това, че същите са стигнали пределно състояние на работоспособност и третия процес е, когато не само елементите, а самата машина се нуждае от ремонт или замяна.

Развитието на системата от машини (оборудването), което формира производствения капацитет включва и диагностични прегледи в определени периоди в т.ч. ремонт и обслужване на машината. Ето защо, изучаването на този процес е от изключителна важност за търсене на оптимални капацитетни възможности на индустриалното предприятие. Трудностите обаче се състоят в отсъствието на универсален методологичен подход, който да предлага опростени способности и начини за оценка на състоянието и изменението на параметрите на оборудването. Това означава да се вземат под внимание техническите изисквания за безотказност на елементите на машината, да се използва математически апарат за изследване динамиката на изменени на параметрите, в т.ч. и влиянието на всички детерминирани и случайни фактори.

#### **Определяне на факторите, оказващи влияние на процеса на изменение на параметрите на оборудването**

Върху процеса на изменение на параметрите на оборудването влияние оказва голям брой фактори в т.ч. и иновационните, които заемат значителен дял в това въздействие. Те могат да се групират в две големи групи – конструктивно - технологични и експлоатационни. Към конструктивно-технологичните се отнасят факторите, които оказват влияние на самата конструкция. Те са, които формират изискванията за производителност и качество на конструкцията като: материал, от който е направена машината, технологични обработки, монтаж, натоварване, тегло, скорост, режим на обработка и др., т.е. включва всички технически изисквания за работа на машината. Те формират и изискванията в каква степен машината е иновативен продукт.

Втората група са експлоатационните фактори, включващи производствените условия, характера на интензивност на работа, време на провеждане на техническо обслужване, качество на ремонта, диагностиката, натоварване на машината и др., т.е. всички

въздействия, които оказват влияние при нейната експлоатация. Затова и изменението на параметрите при експлоатационно въздействие не са гладки криви, а са начупени. Те се появяват от по-голямото натоварване на машината, запрашеност на въздуха, неправилна експлоатация на машината и др.

Детайлното познаване на тези въздействия е от изключителна важност за определяне на капацитета на оборудването и неговото развитие за определен дългосрочен период от време. При планиране развитието на оборудването за определен период от време производствения капацитет обикновено се определя на базата на следните две направления:

1. Изследване на развитието на действащото оборудване, свързано с изменение на капацитета. В такива случаи се създават добри възможности за анализиране изменението на технико-икономическите показатели като могат да се използват аналитични и имитационни модели на основата на статистически проучвания и статистическа информация. Създава се и възможност да се прогнозира техническото състояние на действащото оборудване с прогнозиране на изменението на неговите параметри и качеството на произведената продукция.

2. Формиране на модели за развитието на оборудването (производствения капацитет) при виртуално функциониране на система. В такъв случай построяването на аналитичните и имитационни модели се осъществява по прогнозни показатели на вече изградени такива системи. Ако тези данни са достатъчни, се преминава към следващия етап, или изграждане на модела, ако се окажат недостатъчни се търсят допълнителни данни от действащи системи или техни елементи, максимално близки до моделираната техническа система. За решаването на такива задачи е необходимо да се моделира цялостното изменение на техническото състояние на оборудването.

Ако имаме да решаваме задача, в която са застъпени въздействията и на двете направления, то ние по отношение на първото направление моделираме съществуващото оборудване, а по второто моделираме техническото състояние на оборудване - аналог или отделно реално действащо оборудване. Такива задачи са най-често срещани в практиката. Тогава, за да оценим техническото състояние на оборудването, е необходимо да приложим закона за разпределение на сумарната грешка от обработката на детайлите от тези машини. Този резултат може съществено да се отличава от нормалното, или фактическо изменение на грешките във отделните етапи от времето. Във връзка с това възниква задачата за прогнозиране пълнотата на разпределение на сумарната грешка за партидата детайли. Тогава дългосрочната тенденция на изменение на закона за разпределение на сумарната грешка по същество характеризира изменението на техническото състояние на оборудването, т.е. състоянието и на неговите параметри. В този случай не се отчитат неизправности в оборудването (износени части, неточности и др.).

Дългосрочното прогнозиране с приложение на закона за разпределение на сумарната грешка при обработка на детайлите може да се използва в случаите на приемане точно определен срок за развитие на оборудването. Защото кратковременното изменение на закона за разпределение на сумарната грешка във висока степен характеризира начина на настройка на оборудването, износването на инструменти, температурни деформации и други временни причини.

Краткосрочното прогнозиране по-скоро е необходимо за оперативно управление качеството на оборудването в процеса на неговото функциониране, т.е. експлоатация, а не за дългосрочно планиране. Ако приемем определен срок за развитие на оборудването с приложение на закона за сумарната грешка при обработка на детайлите, то пълнотата на разпределение на грешката в спектралната плоскост ще определим по следния начин:

Разглеждаме два вида нестационарни, случайни или квазислучайни процеси  $X(t)$ . За нуждите на нашето изследване за случайни и квазислучайни процеси ще използваме само термина „случайни процеси“.

Първия тип представлява от само себе си нестационарни случайни процеси в точния смисъл на думата, плътност на разпределение  $p(x,t)$ , която бавно се изменя във времето. Бавното изменение на плътността на разпределение се разбира като възможност за разделяне продължителността на процеса, приемащ свойството квазистационарност (в точния смисъл на думата).

Разглеждаме едномерен, стационарен случаен процес  $X(t)$ , представен от отделна реализация  $x(t)$  във вид  $N$  със стъпка  $h$ , т.е.  $x(nh)$ ,  $n=0,1,2,\dots,N-1$ . Предполага се, че реализацията е вече центрирана, т.е.

$$\frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x(nh) = 0 \quad (1)$$

Оценката на плътността на разпределение за  $X(t)$  може да се намери по формулата:

$$p(x) = \frac{N_x}{NW} \quad (2)$$

където:

$N_x$  - число, попадащо под центрирана реализация  $x(t)$ , представено  $N$  със значението на интервала  $x \pm \frac{W}{2}$ .

Оценка за плътността на разпределение за средата на всеки  $i$ -ти интервал се изразява чрез:

$$p_i = \frac{Nik}{N(b-a)}, i = 1, 2, \dots, k \quad (3)$$

където:  $k$  – цяло число на равни интервали, на които е разбит целия диапазон на изменение  $x(t)$ ;  $[a, b]$  - разгледания диапазон на изменение  $x(t)$ . Оценката на плътността на разпределение  $p(x)$  се явява изместена. Изместените оценки  $b[p(x)] = E[p(x)]p(x)$  са приблизително:

$$b[p(x)] \approx \frac{W^2}{24} p(x) \quad (4)$$

където:

$p'(x)$  - втора производна за  $p(x)$  по  $x$ .

Тогава дисперсията за оценка ще определим по формулата:

$$D[p(x)] \approx \frac{c^2 p(x)}{2BTW} \quad (5)$$

където:

$c$  – постоянна величина, равна на единица.

Предполага се, че случайния процес  $X(t)$  има най-висока честота  $B$  (в херцове), а реализацията  $x(t)$  е зададена в крайния интервал от време  $T(c)$ .

За решение на задачата за диагностиране или прогнозиране на състоянието на оборудването оценката на плътността на разпределение ще има вида:

даденото (технически паспорт). Това изменение може да се изрази и със зависимостта:

$$P_{откл.} = P_E - P_T \quad (7)$$

където:

$P_{откл.}$  – отклонение на параметрите;

$P_E$  – експлоатационно измерено състояние;

$P_T$  – теоретично определеното състояние (технически паспорт).

Износването на детайлите оказва много голямо влияние върху работата на машините. То води до намаляване на тяхната производителност, влошаване на качеството и чести престои. Съществува зависимост между износването на звената на кинематичната верига и допустимата величина на отклонение на зададените им параметри.

$$p_i = \frac{Nik}{N(b-a)}, i = 1, 2, \dots, k \quad (6)$$

но тя е неудобна поради големия размер  $k$  при представянето на  $p(x)$ . Затова е целесъобразно да се премине към описание на модела  $p_i$ ,  $i=1,2,\dots,k$  във вид на някакво аналитично изражение.

Прогнозирайки момента на изходния случаен процес или параметрите на модела на плътност на разпределение, с помощта на метода за избор на структура на прогнозиращи модели, може да се определи бъдещото техническо състояние на оборудването. По този начин могат да се определят и параметричните изменения които могат да настъпят в оборудването за този период, а също така и доминиращите параметри.

Към втория тип на разглежданите случайни процеси се отнасят нестационарните случайни процеси в широкия смисъл на думата, процесите, които бавно се изменят във времето. Счита се, че процесът има не толкова променливо във времето математическо очакване и дисперсия, но и корелационна функция, зависеща от началната точка на изчисление. Бавните изменения на статистическите характеристики се разбират като възможност за разделяне на процеса на достатъчно дълги участъци, имащи свойствата на квазистационарност, или етапа се разделя на участък и процеси, с преобладаващи свойства на квазистационарност.

По този начин ние можем да определим изменението на всички интересувачи ни параметри. За решаването на нашата задача обаче са необходими само тези, които имат доминиращо значение при формирането на производствения капацитет.

**Определяне на относителния дял на доминиращите параметри във формирането на производствения капацитет**

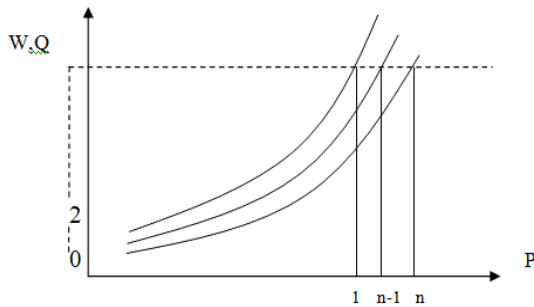
Доминиращи са тези параметри на оборудването, които имат най-голям относителен дял във формирането на производствения му капацитет. В случая ще разглеждаме само изменението им в експлоатационните условия под въздействието на физическото и иновационно остаряване. Приемаме, че конструктивно (технически паспорт) те са верни. Обикновено това са конструктивно зададени параметри на детайлите, възлите и машината като цяло.

Измененията на параметрите може да се разглеждат като функция в диапазон от нула до пределно(крайно) отклонение. Общото изражение на функцията с отчитане на групата въздействащи фактори позволява да се изследва изменението на параметрите в даден момент като сума на случайни величини. Един от най-силно влияещите фактори в експлоатационни условия е износването на детайлите. Това води до изменението на параметрите на работата на елементите, т.е. те характеризират средната експлоатационна натовареност. Отклонението на параметрите всъщност е разликата от фактическото състояние и конструктивно

Следователно, за доминиращи параметри ще се смятат тези, които водят до изменение (намаляване) на капацитета на машината или това са параметрите, които със своето изменение ще доведат до намаление на машината, с което се намалява и ефективния фонд от време за работа. В крайна сметка, това ще доведе до намаляване и на капацитетните възможности на машините. производителността на машините, повишаване на брака (качеството) и увеличаване престоя на

Практика е при планиране на обема на производството да не се вземат в предвид тези параметрични изменения, а само началните данни (показатели) или начален капацитет. Не се вземат предвид също така и измененията които могат да настъпят в капацитета вследствие на въздействието на факторите дефиниращи физическото и иновационно остаряване.

Последните могат да доведат до изменение на параметрите на машините, а от там и до намаляване на капацитета. Това намаляване ще зависи от степента на изменението на параметрите. На фиг.2 е показано влиянието на това изменение върху капацитетните възможности на оборудването.



Фиг.2. Изменение на параметрите на машините вследствие на физическото и иновационно остаряване

където:

Q – капацитетни възможности;

P – параметри;

I – n – пределно отклонение на параметрите;

W – изменение на параметрите.

Възможни са три етапа на изменение на параметрите на машините:

Първи етап – намаляване на производителността без престой с начално влошаване на качеството.

Втори етап – намаляване на производителността с престой и брак (влошаване на качеството).

Трети етап – машината не може да работи и излиза за ремонт или замяна с нова.

Това развитие на производствените мощности може да бъде прогнозирано, предвидено и отстранено с предварително планиране на дейностите, ремонт, модернизация, замяна на машината с нова, аутсорсинг.

Кой от тези методи ще бъде избран за възстановяване равновесието на машинната система т.е. на

3. Даков И., Ениманев К., Индуриален инженеринг, Софтрейд, София, 2006

4. Демирова С., Иновационна активност на малките и средни предприятия и оптимизиране на жизнения цикъл на иновациите, дисертация, София, 2010

5. Вертакова Ю., Управление иновациите – теория и практика, ЕКСМ, Москва, 2008

6. Clavareau J., Labeau P., Maintenance and replacement policies under technological obsolescence, Reliability Engineering & System Safety, Vol. 94, Issue 2, February 2009

7. Demirova S., Determination of the lifetime of engineering products based on innovative obsolescence, 8th International Congress "Machines, Technologies, Materials", Varna, 2011

8. Nair S., A model for equipment replacement due to technological obsolescence, European Journal of Operational Research, Vol. 63, Issue 2, 2008

капацитетните възможности на предприятието като цяло зависи от икономическата изгода на предприятието.

**На база на горното, могат да се направят следните изводи и предложения:**

1.Развитието на производствените мощности е тясно свързано с експлоатационния срок на машините и тяхното физическо и иновационно остаряване. Това остаряване може да бъде прогнозирано и частично овладяно, ако се извършат изложените в статията алтернативни дейности.

2.Състоянието и развитието на оборудването в процеса на неговата експлоатация зависи от изменението на параметрите му. Това изменение може да се управлява, ако се изследват влияещите фактори и се определи относителния дял на доминиращите параметри при определяне на капацитетните възможности на оборудването.

3.Плътноста на разпределението на грешката в спектралната плоскост на параметрите характеризира и кои от тях имат доминиращо значение за капацитета на оборудването.

4.Основните направления за развитие на производствените мощности в процеса на експлоатация, обезпечавачи капацитетните им възможности в една или друга степен са: ремонт, поддържане, профилактика, модернизация, замяна на машините с нови, аутсорсинг и др.

## Литература

1.Андреев О., Управление на производствения капацитет, основано на иновационното развитие на индустриалната фирма, Innovations in the discrete productions, 1/2013

2. Астинов И., кол., Параметризиран модел на производствени мощности, сп. Автоматика и информатика, бр.4/2011