

## CURRENT PROBLEMS AND TRENDS RELATING TO ENSURING THE ACCURACY ON TURNING<sup>7</sup>

---

**Assist. Prof. Svetlana Koleva, PhD**

Department of Technology of Machine Tools and Manufacturing,

University of Ruse "Angel Kanchev"

Tel.: +359 082888653

E-mail: svetla@uni-ruse.bg

***Abstract:** The article analyses the current state of ensuring accuracy as one of the main technological activities. The technological tasks for achieving accuracy and the modern approaches for its achievement are determined. The need for automation of the functions performed by the operator, including operational control in order to increase the efficiency of technological processes is reasoned. The application of the variants for automatic dimensional re-setup of the technological system is also analysed.*

***Keywords:** turning, accuracy, technological setup, technological process.*

### ВЪВЕДЕНИЕ

Управлението на качеството е аспект на управлението на фирмата, което извършва планиране, организиране и контрол на дейности за осигуряване на нужното ниво на качеството и неговото непрекъснато подобряване. Това е задължителна политика на фирмата за поддържане на нейната конкурентност. Конкретните решения за постигането на тази цел са дело на специалистите от различните фази на производствения процес (веригата на качеството).

Осигуряването на точността е основна задача на машиностроителното производство. По отношение на този основен показател, отделът за управление на качеството въвежда организационни и технически решения, свързани с входящия контрол на материалите и заготовките, изходящ контрол на готовата продукция и стандартите, които да гарантират съответствие на произвежданата продукция с международните изисквания.

### ИЗЛОЖЕНИЕ

Осигуряването на точността в хода на технологичната операция е функция на оператора. При машинното обработване той изпълнява две основни дейности – установяване на заготовките и контрол на процеса. Втората включва:

А. Управление на точността на размерите;

Б. Контрол на работоспособността на технологичната система, която е свързана със следните характерни контролни функции:

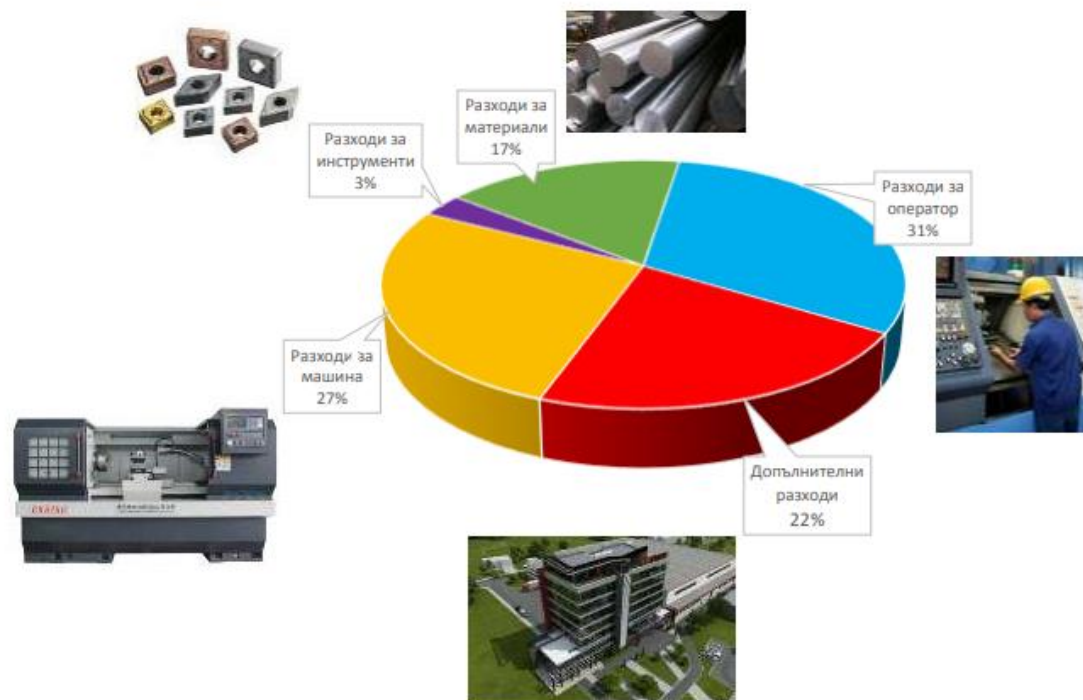
- на работоспособността на режещите инструменти;
- на нормалното отвеждане на стружките от зоната на рязане;
- на нормалното подвеждане на охлаждащата течност в зоната на рязане;
- за правилното установяване на заготовката на машината;
- за нормалното функциониране на агрегатите на металорежещата машина.

С развитието на роботизацията, автоматичните хранващи устройства [Kostadinov Ch., Peeva I., 2017], диагностичните функции на обработващата техника (Zhilevski M., Mikhov M., 2018, Zhilevski M., 2017) и при проигран технологичен процес, основната ангажираност на оператора е управлението на точността. Автоматизацията на тази дейност е предпоставка за ограничаване участието на оператора и изпълнение от него само на наблюдение

---

<sup>7</sup> Докладът е представен в секция „Механика и машиностроителни технологии“ на 13 ноември 2020 с оригинално заглавие на български език: СЪВРЕМЕННИ ПРОБЛЕМИ И ТЕНДЕНЦИИ, ОТНАСЯЩИ СЕ ДО ОСИГУРЯВАНЕ НА ТОЧНОСТТА ПРИ СТРУГОВОТО ОБРАБОТВАНЕ

(мониторинг) на процесите, изпълнявани в производствения участък. Резултатът от това е намаляване на технологичните разходи, свързани със заплащане на неговия труд. От фиг.1 (Benjamin, T., 2011, Sandvik Coromant, 2009) се вижда, че основните разходи на работното място се формират от разходи за труд и за амортизации (включително машина). Докато последните разходи намаляват с въвеждането на дву- или трисменен режим, разходите за оператора могат да се редуцират, ако той се освободи от възможните за автоматизация дейности и обслужва повече от едно работно място. Автоматизацията на осигуряването на точността все още няма надеждно решение, като причините и проблемите за това се анализират в тази работа. Тя е насочена върху процеса струговане и постигане точността на собствения размер на обработваната повърхнина.



Фиг. 1. Разходи за обработване на заготовките

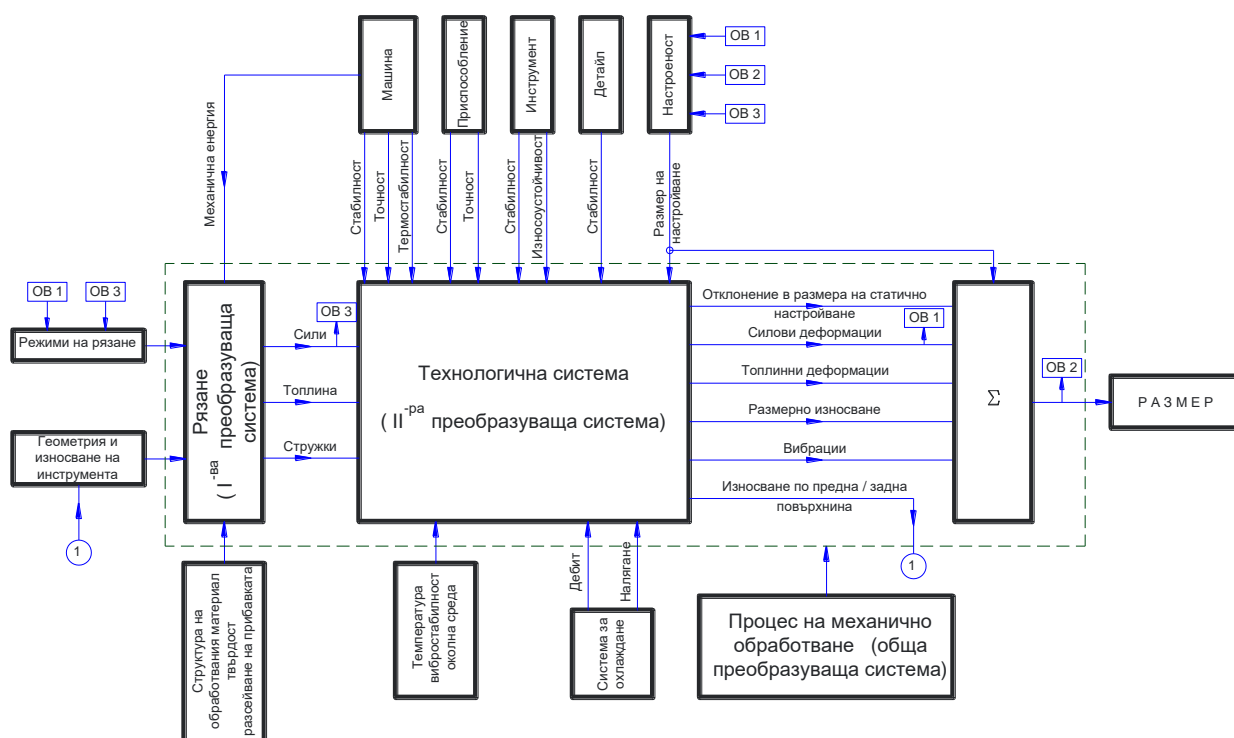
Осигуряването на качествените показатели на ниво технологична операция се постига със съвкупност от мерки и средства, планирани в технологичния процес.

Формирането на качествените показатели се моделира с обобщен модел на процеса на механично обработване (Gatev G., Georgiev V., Nenov G. 1981), Georgiev V. 2004). За показателя точност на размерите е по-добре процесът рязане и технологичната система да бъдат моделирани отделно и да се разглеждат като две преобразуващи системи – фиг.2. Първата представя преобразуването на механичната енергия в сили и топлина (изходящите параметри) при определени входящи фактори. Нейният оператор на преобразуване  $A_{np}$  дава връзката между входящите фактори на процеса механично обработване (геометрия на режещия инструмент, режими, характеристики на обработвания материал) и изходящите параметри на процеса рязане. Последните са входящи фактори на технологичната система – втора преобразуваща система. При избрани нейни параметри (стабилност, точност, и др.) се поражда грешки, определени от оператора  $A_{тс}$ , водещи до нарушаване разположението на нейните компоненти, постигнати при размерното ѝ настройване. Последните формират крайното отклонение на размера:

$$\Delta_p(t) = A_{np}A_{тс}\Delta_i(t), \quad (1)$$

където  $\Delta_p(t)$  са елементарните грешки при обработване (изходящи фактори на точността);  $\Delta_i(t)$  – входящи фактори на процеса.

Технологичната система, като механична система има собствени грешки (позиционни, геометрични, от настройването и др.), които без преобразуване влияят на точността. При оценяване формирането точността на размера, процеса се разглежда като стохастичен и динамичен, свързано с отчитане на неговото протичане във времето.



Фиг. 2. Модел на процеса рязане и технологичната система

В съответствие с графичния модел технологичните решения, свързани с осигуряване точността на размерите, могат да се групират в дейности за:

- ограничаване на степента (интензивността) на въздействие на смущаващите фактори, влияещи на изходящите параметри на процеса рязане (сили, топлина) и задаване на определени параметри на технологичната система (Dimitrov D., Szecsi T., 2016);
- поддържане в хода на технологичния процес на смущаващите фактори в определени граници, отчитане и компенсиране на влиянието им или директно в компенсация на предизвиканите от тях отклонения.

Дейности, свързани с техническото осигуряване на точността в хода на процеса, специалистите технолози обединяват в термина „Управление на точността”. Управлението на точността в хода на процеса се прилага само при осигуряване точността на собствените размери на повърхнината, защото те се получават по метода на регулиране. Тук се прилагат две стратегии (подхода).

При първата се контролират смущаващите входни фактори или косвено свързани с тях параметри на процеса (сили, моменти, деформации) и с регулиране на входящ параметър (подаване, настроеност) се поддържа точността (Barbashov N. N., Terenteva A. D., 2016). Системите, работещи по тази стратегия, се наричат адаптивни системи. Тяхно предимство е възможността да се намали влиянието на случайните смущаващи фактори. Реализацията им изисква прецизни контролни устройства, които в повечето случаи са вградени в технологичната система (намират се в зоната на обработване) и това налага надеждната им защита. Високата цена и трудната пренастройваемост са ограничили тяхното приложение основно при процеси със значимо влияние на силовото натоварване.

С най-масово приложение е втората стратегия, при която на етапа на проектиране се задават ограничения, намаляващи случайното въздействие, на входящите фактори съобразно

с постиганата точност и активен контрол (поднастройване) в хода на процеса за компенсирание на систематичните грешки (Marcinkevicius A. 2006, Georgiev V. 2006).

Качеството на обработените повърхнини се определя и от показателите точност на разположението, отклонение във формата и грапавостта на повърхнините. Тяхната точност зависи от технологичните решения, взети при проектирането – подходяща точност и стабилност на технологичната система, схема на обработване, точност на технологичните бази, геометрия на инструмента и параметри на процеса (Dimitrov D., Szecsi T., 2016). Ефективността на технологичните решения се определя от информационното осигуряване на технологичното проектиране – наличието на актуална и достоверна информация за параметрите на машините, екипировката и процеса (Koleva S., Enchev M., Beljov E., 2018).

Генерирането на решенията при технологичното проектиране за осигуряване на точността при прилагане активен контрол (автоматично поднастройване) на процеса изисква: анализ на факторите, влияещи върху точността; изчисления за определяне степента на тяхното въздействие; избор или разработване на начин, алгоритми и средства за постигане на точността, определяне периодичността на контрола. Типични за всяка система за управление са трите основни функции: контрол (измерване), определяне величината на отклонението от настроенния размер и въвеждане на коригиращото въздействие.

Начините за управление на точността се свеждат до следните:

- ръчен контрол на размерите, изчисляване и въвеждане на компенсация от оператора, като той преценява периодичността на контрола – ръчно управление;
- ръчен контрол, въвеждане на данните в компютър, препоръчващ стойността на компенсацията и периодичността на контрола – полуавтоматично управление;
- автоматичен контрол върху машината или извън нея с автоматично определяне, въвеждане на компенсацията и определяне на периодичността на контрола – автоматично управление.

Ръчното управление е най-простия, класически вариант. Определянето на коригиращото въздействие се прави по опростен начин, като се сравняват измерения и настроенния размер. Поради сложността в отчитането на влиянието на редица случайни фактори, разсейващи моментната стойност на измерения размер, той се различава от действителния, което се отразява върху точността на коригиращото въздействие. За по-висока надеждност периодичността на контрола е малка, което заангажира оператора само към обслужване на едно или две работни места.

При полуавтоматичното управление функциите, свързани с обработването на резултата от контрола, определянето и въвеждането на коригиращото въздействие се извършват от компютър или специализиран контролер, свързани с управляващата машина. Това позволява:

- с подходящи алгоритми (софтуер) да се филтрира „шума”, създаван от съпътстващи случайни грешки, влияещи на точното определяне на контролирания размер;
- съхраняване и подходящо обработване на данните от измерванията за установяване на тенденциите в изменение на управляемия размер в хода на процеса.

Резултатът е постигане на по-висока точност и надеждност при нейното осигуряване с възможност във времето и следващи обработвани партии тя да се подобрява и да се оптимизира периодичността на контрола.

Автоматичното управление на точността освен горните предимства, позволява да се изключи оператора от тази основна функция.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Изборът на подход за управление на точността се определя основно от мащабите на производство, но и от условието неговото прилагане за повишаване ефективността с минимални разходи на време и средства. Последното се превръща в значим фактор в условията на ширококоменклатурното производство.

В съвременните условия, на базата на натрупания теоретичен, експериментален и производствен опит за постигане на зададена точност, са дефинирани номиналните условия, средствата и методите, които трябва да се прилагат за осигуряване на точността.

Неразрешеният проблем е в следните три направления:

- в действителност технологичните процеси не са напълно дефинирани, което във времето определя изменението на показателя точност като стохастичен процес и частично или условно (за опростяване на представянето му) стационарен процес. При този характер на процеса, създаването на математични модели на операторите на преобразуване (фиг.2), които да отразяват във времето действителната връзка между точността и влияещите ѝ фактори, е твърде сложна задача.

- наличието на неопределеност в конкретните условия на влияещите фактори не позволява точното оценяване и управление на този показател в продължителен период от време при усвояване на технологичния процес.

- създаване на комплексен подход за автоматично управление на точността включващ и предшестващите преходи, които влияят на окончателните (точни) обработвания, включително прогнозирането на трайността на режещия инструмент.

Всичко това поставя като актуална съвременна задача информационното осигуряване. То трябва да доставя не само данни (първична информация), но и експертни знания и компютърни продукти, генериращи ефективни и работоспособни технологични решения за осигуряване на точността.

## REFERENCES

Barbashov N. N., Terenteva A. D. (2016), *Improving processing accuracy using adaptive control methods*, Science and education, MGTU Bauman, № 06. С. 162–173. DOI: 10.7463/0616.0842276 (**Оригинално заглавие:** Барбашов Н. Н., Терентьева А. Д., *Повышение точности обработки методами адаптивного управления, Наука и Образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2016. № 06. С. 162–173. DOI: 10.7463/0616.0842276*).

Benjamin, T. (2011) Walter , USA, *The real cost of you cutting tools*, Mold Making technology, 06.2011; <https://www.moldmakingtechnology.com/articles/the-real-cost-of-your-cutting-tools> , (Accessed on 01.10.2020).

Dimitar Dmiitrov, Tamas Szecsi (2016) *Machining accuracy on CNC lathes under the lack of unity of the process and design data.*// PROCEDIA CIRP, 2016, No VOLUME 41, pp. 824-828, ISSN 2212-8271.

Gatev G., Georgiev V., Nenov G. (1981), *Special course in mechanical engineering technology*, Русе, 1981 (**Оригинално заглавие:** Гатев Г., Георгиев В., Ненов Г., *Специален курс по технология на машиностроенето, Русе, 1981*)

Georgiev V. (2004), *Mechanical Engineering Technology, Part 3 - Machining Process Control*, Plovdiv, 2004 (**Оригинално заглавие:** Георгиев В. *Технология на машиностроенето, част 3 – управление на процеса механично обработване, Пловдив, 2004*).

Georgiev V. (2006), *Information technologies and control of technological processes*, VI International congress Machines, Technologies , Materials, 2006 (**Оригинално заглавие:** Георгиев В. *Информационните технологии в управлението на технологичния процес, VI международен конгрес «Машини, технологии, материали», 2006*).

Koleva S., Enchev M., Beljov E. (2018) *About the information assurance of technological processes by machining parts*. IN: University of Ruse, Proceedings, Mechanical Engineering and Machine-Building Technologies, Ruse, 2018, pp. 45-50, ISBN ISSN 2603-4123.

Kostadinov Ch., Peeva I. (2017), *Comparative analysis of models for analytical predaction of performance of robotic technological modules*, Scientific notices of NTS in mechanical engineering, vol.2/217, p.144-149, Sozopol, 2017 (**Оригинално заглавие:** Костадинов Ч., И. Пеева. *Сравнителен анализ на модели за аналитично прогнозиране на производителността на роботизирани технологични модули. Научни известия на НТС по машиностроене, XXV год, брой 2/217, XXVI МНТК “АДП-2017”, Созопол, 2017, стр.:144-149*).

Marcinkevicius A. (2006), Solid State Phenomena 113:465-470, p.465-470, DOI: 10.4028/www.scientific.net/SSP.113.465, <https://www.scientific.net/SSP.113.465>, (Accessed on 12.09.2020).

Zhilevski M., Mikhov M. (2018), Performance Improvement of a Type of Turning Machines, EJERS, European Journal of Engineering Research and Science, Vol. 3, Issue 8, pp. 44-49, 2018, DOI: <http://dx.doi.org/10.24018/ejers.2018.3.8.871>, ISSN: 2506-8016.

Zhilevski M. (2017), Main problems with CNC lathes, TechCO, Technical College – Lovech, 132-136, 2017, ISSN2535-079X (*Оригинално заглавие: Жилевски М., Основни проблеми при струговите машини с ЦПУ, TechCO, Технически колеж – Ловеч*).

Тази публикация е разработена във връзка и с подкрепата на проект 2020-МТФ-02 от Фонд научни изследвания на Русенския университет „А. Кънчев”.