

Р.Т. Сахыбаев<sup>1</sup>, Б.А. Қойайдаров<sup>2</sup><sup>12</sup>М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз, Қазақстан  
E-mail: <sup>1</sup>Sakhybayev@mail.ru, <sup>2</sup>kaf\_mim206@mail.ru

## Технологиялық машиналардың жұмысшы жылдамдықтарын реттеу

**Аңдатпа.** Технологиялық машиналардың жұмысшы жылдамдықтарын технологияға немесе операторлық факторға қатысты белгіленген арналарда реттейді. Жылдамдықты сатылап немесе сатыламай реттеу әдістері қолданылады. Технологиялық машиналардың жұмысшы жылдамдықтарын үлкен арнада вариаторды және жылдамдықтар қорабын қолданып, ал кіші арнада вариаторды және редукторды қолданып реттеу әдістері құрылған. Жылдамдықтың өзгеру арнасын вариатордың реттеу арнасымен салыстырып, жылдамдықтың кіші немесе үлкен арнада өзгертін анықталады. Ені үлкен арнайы сына белдікті вариатордың кемшіліктерін ескеріп, оның орнына стандартты жетектік сына белдікті вариатор құру ұсынылған және оны құрудың негізгі мәселелері анықталған.

**Кілтті сөздер:** технология, машина, жылдамдық, өзгеру, реттеу, арна, сатылау, сатыламау, вариатор.

DOI: [doi.org/10.32523/2616-7263-2023-145-4-31-36](https://doi.org/10.32523/2616-7263-2023-145-4-31-36)

Өндірісте технологиялық операциялардың орындалу сапасы және жұмыс өнімділігі технологиялық машиналардағы жұмысшы жылдамдыққа тәуелді. Сондықтан технологиялық жылдамдықты дұрыс таңдау және жүргізу маңызды мәселе [1].

Көп режимде жұмыс жасайтын технологиялық машиналарда, технология талабына байланысты, жұмысшы жылдамдық белгілі бір арнада реттеумен өзгертіледі.

Машина жасау өндірістеріндегі әмбебап металл кесетін станоктардың шпинделі үлкен арнада әртүрлі айналым санымен айналыс жасайды. Мысалы, 1К62 үлгідегі винт кесетін токарь станогінде шпиндельді 12,5÷2000 айн/мин аралығында 23 түрлі айналым санымен айналдырады [2,3].

Бұл технология талабы. Бірақ шпиндельдің жылдамдығы үлкен арнада сатыланып реттелетіндіктен станоктың кинематикалық құрылысы күрделі [2].

Өнеркәсіпте технологиялық операциялары оператордың қатысуымен орындалатын технологиялық машиналар және жүйелер бар. Мысалы, аяқ киім, тігін өндірістерінің технологиялық машиналары мен механикаландырылған лекті жүйелері [4].

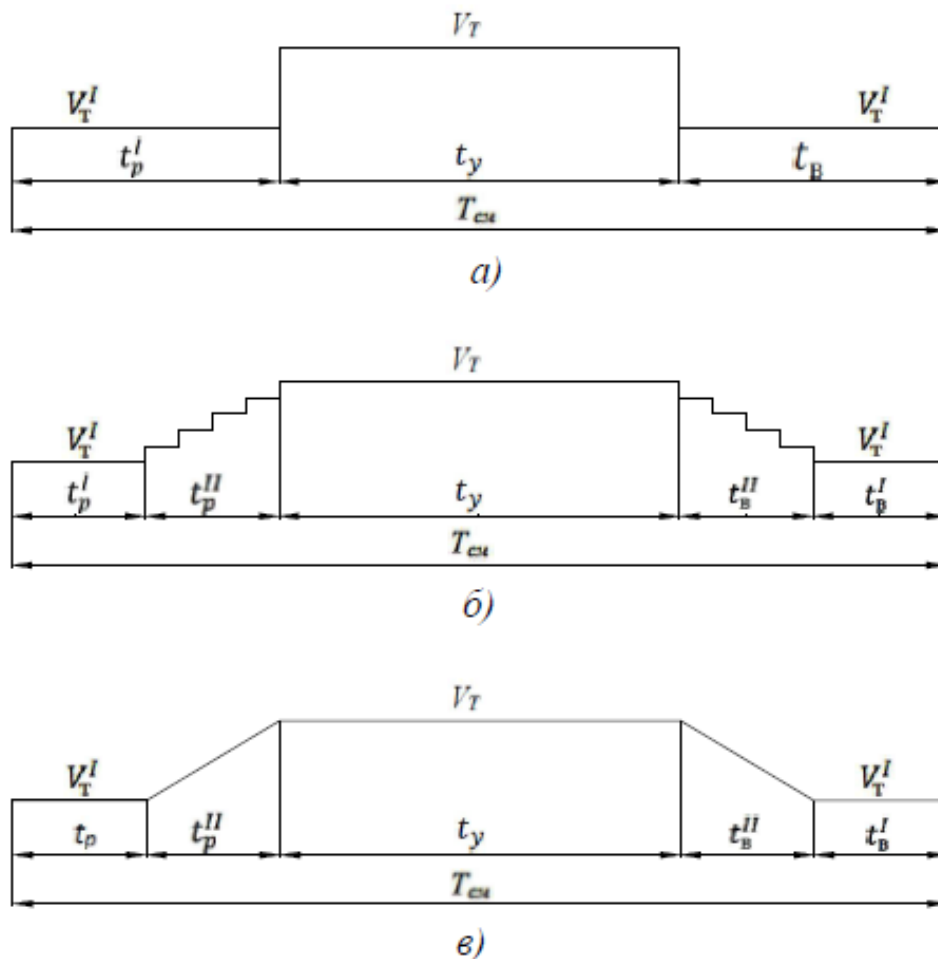
Оператордың жұмыс жасау жылдамдығы, көп жағдайда, өндірістік ауысымның басында және соңына қарай төмен болады. Сондықтан, оператор, ауысымның басында жұмысты төменгі жылдамдықта бастап, уақыт өте, үлкен жылдамдыққа ауысатын болуы керек, ал ауысымның соңына қарай, шаршауына байланысты, төменгі жылдамдыққа ауысады. Бұл режим сақталмаса технологиялық операцияның орындалу сапасы төмендейді.

Мұндай операторлық факторды ескеру үшін технологиялық машинада жұмысшы жылдамдықты реттейтін құрылым болуы керек.

Операторлық факторға қатысты технологиялық машиналардың жұмысшы жылдамдығын реттеуге ұсынылған әдістер 1-суретте келтірілді.

Бірінші әдісте (1,а-сурет) технологиялық машинаның жұмысшы жылдамдығын, операторға жылдамдыққа үйренуге берілген уақыт ( $t_p^I$ ) өткеннен кейін, бірден, төменнен ( $V_T^I$ ) жоғарыға ( $V_T$ ) өзгертеді. Жылдамдық сатылау әдісімен реттеледі. Бұл режим операторлық фактордың әсерін жоймауы мүмкін, себебі, операторға үлкен жылдамдықты игеруге уақыт берілген жоқ. Бұл әдісті жүргізу үшін технологиялық машинаның жетегінде жылдамдықты өзгертетін бір сатылы реттейтін құрылым болу керек.

Екінші әдісте (1,б-сурет) операторға төменгі жылдамдықтан ( $V_T^I$ ) жоғарғы жылдамдыққа ( $V_T$ ) өтуге уақыт берілген ( $t_p^{II}$ ), технологиялық машинада жылдамдықты бірнеше рет сатылап көтереді. Бұл режим операторлық фактордың әсерін жояды, себебі, оператор жоғарғы жылдамдыққа, оған біртіндеп жақындайтын, бірнеше жылдамдықпен жұмыс жасап өтеді. Ол үшін технологиялық машинаның жетегінде жылдамдықты өзгертетін көп сатылы реттейтін құрылым болу керек.



1-сурет. Технологиялық жылдамдықты реттеу нұсқалары

Үшінші әдісте (1,в-сурет) операторға төменгі жылдамдықтан ( $V_T^I$ ) жоғарғы жылдамдыққа ( $V_T$ ) өтуге уақыт берілген ( $t_p^{II}$ ), технологиялық машинада жылдамдықты бірқалыппен үздіксіз көтереді.

Бұл режим операторлық фактордың әсерін жояды, себебі, оператор жұмысшы жылдамдықтың өсуіне үйреніп үлгереді.

Әдісті жүргізу үшін технологиялық машинаның жетегінде жылдамдықты сатыламай реттейтін құрылым болу керек. Мұндай құрылым жылдамдықтың өзгеру аралығында ( $V_T^I \div V_T$ ) операторға кез келген жылдамдықпен жұмыс жасауға мүмкіндік жасайды.

Жалпы, технологиялық машиналардың жұмысшы жылдамдығы технологиялық талапқа немесе операторлық факторға байланысты кіші немесе үлкен арнада, сатыланып немесе сатыланбай реттелуі мүмкін.

Жылдамдықты сатылап реттеуді, негізінен, жылдамдықтар қорабымен, ал сатыламай реттеуді вариатормен орындайды [2,5,6].

Жылдамдықтар қорабымен сатылап реттеудің кемшіліктері: жылдамдықтың өзгеру арнасынан кез келген жылдамдықты бере алмайды; технологиялық машинаның кинематикалық құрылысы күрделенеді [2].

Осыған байланысты технологиялық машинаның жылдамдығын үлкен арнада реттеуге сатылау және сатыламау әдістерін бірге қолдану ұсынылды [7,8].

Осы әдіске құрамдалған технологиялық машинаның (1) жетегі электрқозғалтқыштан (2), вариатордан (3) және жылдамдықтар қорабынан (4) тұрады (2-сурет). Бұл жетек жылдамдықтың өзгеру арнасын жылдамдықтар қорабымен (3), вариатордың реттеу арнасына келтіріп, бірнеше аралықтарға бөледі, ал аралықтардан кез келген жылдамдықты вариатормен (2) береді. Осы құрылымдық схема технологиялық машинаның кинематикалық құрылысын қарапайым түрге келтіреді, себебі, жылдамдықтың өзгеру арнасын вариатордың реттеу арнасына бөлген кезде, жылдамдықты вариатормен реттейтін аралықтар саны көп болмайды, сол себепті, жылдамдықтар қорабы аз сатылы болады.



2-сурет. Технологиялық жылдамдықты үлкен арнада реттейтін жетектің құрылымдық схемасы

Жылдамдықты сатыламай реттеуге міндетті түрде вариатордың қатысы болатындықтан, жылдамдықтың өзгеру арнасын вариатордың реттеу арнасымен салыстырып, кіші және үлкен арна деп екіге бөлуге болады.

Егер жылдамдық тек вариатормен реттелетін болса, онда ол кіші арнада өзгереді, ал егер вариатормен реттелмейтін болса, онда жылдамдық үлкен арнада өзгереді.

Жылдамдықты кіші арнада сатыламай реттеуге құрамдалған технологиялық машинаның (1) жетегі электрқозғалтқыштан (2), вариатордан (3) және редуктордан (4) тұрады (3-сурет).



3-сурет. Технологиялық жылдамдықты кіші арнада реттейтін жетектің құрылымдық схемасы

Бұл схемада технологиялық машинаның жетегінің беріліс қатынасын вариатор мен редуктор береді

$$U = U_{\text{в}} \cdot U_{\text{р}} , \tag{1}$$

мұнда:  $U_{в}$  - вариатордың беріліс қатынасы;

$U_{р}$  - редуктордың беріліс қатынасы.

Вариатордың беріліс қатынасы келесі аралықта реттеледі

$$U_{в} = 1 \div U_{вmax} .$$

Егер  $U_{в} = 1$  болса, онда жетек жоғарғы жылдамдықты береді. Бұл кезде жетектің беріліс қатынасы редуктордың беріліс қатынасына тең болады

$$U = U_{min} = U_{р} = \frac{n_{дв}}{n_{Tmax}} , \quad (2)$$

мұнда:  $n_{дв}$  - электрқозғалтқыштың айналым саны, айн/мин;

$n_{Tmax}$  - технологиялық машинаның бас білігінің үлкен жұмысшы жылдамдықты беретін айналым саны, айн/мин.

Егер  $U_{в} = U_{вmax}$  болса, онда жетек төменгі жылдамдықты береді. Бұл кездегі жетектің беріліс қатынасы

$$U = U_{max} = U_{вmax} \cdot U_{р} = \frac{n_{дв}}{n_{Tmin}} , \quad (3)$$

мұнда:  $U_{вmax}$  - вариатордың үлкен беріліс қатынасы;

$n_{Tmin}$  - технологиялық машинаның бас білігінің кіші жұмысшы жылдамдықты беретін айналым саны, айн/мин.

Жоғарыда ұсынылған схемалармен (2-,3-суреттер) технологиялық машинаға жетек құру үшін вариатор таңдау керек.

Механикалық вариаторлардан сына белдікті вариаторды таңдау тиімді болады. Себебі, сына белдікті вариатордың құрылысы жеңіл, шусыз жұмыс жасайды, жұмысы сенімді, реттеу арнасы жеткілікті, құны қолжетімді [6].

Бірақ, қазіргі кездегі сына белдікті вариатордың кемшіліктері бар: ені үлкен арнайы сына белдік керек; вариатордың реттеу арнасы арнайы сына белдіктің еніне тәуелді; реттеу кезінде арнайы сына белдік енінен сығылатын болғандықтан тез тозады; арнайы сына белдіктің құны жоғары [6].

Осыған байланысты сына белдікті вариатордың тиімділігін көтеру мақсатында келесі мәселелерді шешу керек:

1. Вариатор құруға жетектік стандартты сына белдікті пайдалану.
2. Жетектік стандартты сына белдіктің шкивінің диаметрін өзгерту әдісін табу.
3. Вариатордың қозғалысын тоқтатпай реттеу әдісін құру.
4. Жетектік стандартты сына белдікті вариатордың ішкі заңдылықтарын анықтау.
5. Жетектік стандартты сына белдікті вариаторды жобалау әдістемесін құру.

### Қорытынды

1. Өнеркәсіптегі технологиялық машиналардың жұмысшы жылдамдықтары технология талабына немесе операторлық факторға байланысты белгілі бір аралықтарда өзгертіледі.

2. Көп режимде жұмыс жасайтын технологиялық машиналардың жұмысшы жылдамдықтары үлкен арнада өзгертіледі.

3. Үлкен арнада өзгертін жылдамдықты вариатор мен жылдамдықтар қорабын қолданып сатыламай реттеу әдісі ұсынылды.

4. Кіші арнада өзгертін жылдамдықты вариаторды және редукторды қолданып сатыламай реттеудің құрылымдық схемасы құрылды.
5. Технологиялық машиналардағы операторлық фактордың әсерін жоюға жұмысшы жылдамдықты реттеу әдістері ұсынылды.
6. Жылдамдықты сатыламай реттеуге жетектік стандартты белдікпен жұмыс жасайтын вариатор құру ұсынылды және мәселелері анықталды.

### Әдебиеттер

1. Podgornyj Y., Martynova T., Skeebe V. On the issue of limiting the irregular motion of a technological machine within specified limits. *Metal Working and Material Science*, 24(2), pp. 66-77.
2. Черпаков Б.И., Альперович Т.А. *Металлорежущие станки: учебник для нач. проф. образования*. – 4-е изд., стер. – М.: издательский центр «Академия», 2010. – 368 с.
3. *Основы технологии машиностроения: учебное пособие* / В.Ф. Скворцов. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 352 с.
4. *Машины и аппараты легкой промышленности: учебник для студ. высш. учеб. заведений* / В.В. Сторожев. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 400 с.
5. Podrigalo M. et al. Energy Efficiency of Vehicles with Combined Electromechanical Drive of Driving Wheels. – SAE Technical Paper, 2020. – №. 2020-01-2260.
6. Проектирование механических передач: учеб. пособие для втузов / Чернавский С. А., Снесарёв Г. А., Козинцов Б. С. и др.; общ. ред. Козинцов Б. С., Козинцова М. Б. - 7-е изд., перераб. и доп. - М.: Инфра-М, 2013. - 535 с.
7. Койайдаров Б. А., Койайдаров А. Б. Способ регулирования числа оборотов шпинделя металлорежущего станка. Инновационный патент №20998.
8. Қойайдаров Б. А., Сапарова Н. Ж., Қойайдаров А. А. Технологиялық машиналарға реттелетін механикалық жетек. Журнал “Механика және технологиялар” №2, 2020ж.

### Регулирование рабочих скоростей технологических машин

Сахыбаев Р.Т.<sup>1</sup>, Койайдаров Б.А.<sup>2</sup>

<sup>12</sup>Таразский региональный университет им. Х. Дулати, Тараз, Казахстан  
E-mail: <sup>1</sup>Sakhybayev@mail.ru, <sup>2</sup>kaf\_mim206@mail.ru

**Аннотация.** Рабочих скоростей технологических машин регулируют в диапазонах, предусмотренных технологией или операторным фактором. Применяют ступенчатых или бесступенчатых способов регулирования скорости. Предлагается регулировать рабочих скоростей технологических машин в большом диапазоне с применением вариатора и коробки скоростей, а в малом диапазоне с применением вариатора и редуктора. Сравнив диапазона изменения скорости с диапазоном регулирования вариатора, определяют, малый и большой диапазоны изменения скорости. В замен клиноременного вариатора со специальным широким клиновым ремнем, предлагается, создать клиноременный вариатор со стандартным приводным клиновым ремнем, определены основные задачи его разработки.

**Ключевые слова:** Технология, машина, скорость, изменение, регулирование, диапазон, ступенчатый, бесступенчатый, вариатор.

## **Regulation of working speeds of technological machines**

**Sakhybaev R.T.<sup>1</sup>, Koiaidarov B.A.<sup>2</sup>**

<sup>12</sup>*Taraz Regional University named after H. Dulati, Taraz, Kazakhstan*

*E-mail: <sup>1</sup>Sakhybayev@mail.ru, <sup>2</sup>kaf\_mim206@mail.ru*

**Abstract.** The operating speeds of technological machines are regulated in the ranges provided by the technology or the operator factor. Stepwise or stepless methods of speed control are used. It is proposed to regulate the operating speeds of technological machines in a large range with the use of a variator and a gearbox, and in a small range with the use of a variator and a gearbox. Comparing the speed range with the variator control range, determine the small and large ranges of speed change. In replacement of a V-belt variator with a special wide V-belt, it is proposed to create a V-belt variator with a standard drive V-belt, the main tasks of its development are defined.

**Keywords:** Technology, machine, speed, change, regulation, range, step, stepless, variator.

### **References**

1. Podgorniy Y., Martynova T., Skeebe V. On the issue of limiting the irregular motion of a technological machine within specified limits. *Metal Working and Material Science*, 24(2), pp. 66-77.
2. Cherpakov B.I., Al'perovich T.A. *Metallorazhushhie stanki: uchebnyy dlya nach.prof.obrazovaniya. – 4-e izd., ster. – Moscow: publishing center "Academy", 2010. – 368 p.*
3. *Osnovy tehnologii mashinostroeniya: uchebnoe posobie / V.F. Skvorcov. –Tomsk: Publishing House of Tomsk Polytechnic University, 2012. – 352 p.*
4. *Mashiny i apparaty legkoj promyshlennosti: uchebnyy dlya stud. vyssh. ucheb. zavedenij / V.V.Storozhev. – Moscow: publishing center "Academy", 2010. – 400 p.*
5. Podrigalo M. et al. Energy Efficiency of Vehicles with Combined Electromechanical Drive of Driving Wheels. – SAE Technical Paper, 2020. – №. 2020-01-2260.
6. *Proektirovanie mehanicheskikh peredach : ucheb. posobie dlya vtuzov / Chernavskij S. A., Snesarjov G. A., Kozincov B. S. i dr.; obshh. red. Kozincov B. S., Kozincova M. B. –7-e izd., pererab. i dop. –Moscow: Infra-M, 2013. –535p.*
7. Koiaidarov B.A., Koiaidarov A.B. Sposob regulirovaniya chisla oborotov shpindelja metallozhushhego stanka [A method for regulating the number of revolutions of the spindle of a metal-cutting machine]. Innovation Patent № 20998.
8. Koiaidarov B.A., Saparova N.Zh., Qojajdarov A.A. Tehnologijalyq mashinalarga retteletin mehanikalyq zhetek [Adjustable mechanical drive to process machines.]. Zhurnal "Mehanika zhəne tehnologijalar" [Journal "mechanics and technologies"], 2020, № 2.