

ABSTRACT AND REFERENCES

ENGINEERING TECHNOLOGICAL SYSTEMS

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.208639

SELECTING THE MUTUAL ARRANGEMENT OF THE ENGINE AND WING IN A TRANSPORT AIRCRAFT FOR SHORT TAKE-OFF AND LANDING (p. 6–16)**Volodymyr Kudryavtsev**

Antonov State Enterprise, Kyiv, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6624-0870>**Borys Strigun**

Antonov State Enterprise, Kyiv, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8617-3392>**Volodymyr Shmyrov**

Antonov State Enterprise, Kyiv, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4915-7407>**Vasyl Loginov**

National Aerospace University

«Kharkiv Aviation Institute», Kharkiv, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4915-7407>

In order to maintain the competitive advantage of the medium short take-off and landing transport aircraft, the task must be solved of ensuring take-off and landing on the ground runways with a length of 600–800 m when installing a turbojet engine.

When the engines are installed on the pylons under the wing, this is achieved by using a «forced» turn of the jet of engines when the flaps are released at an angle of 60°. We have found the mutual location of the wing and the engine on its stagger, based on the position relative to the construction plane of the wing and the angle of installation. A reciprocal arrangement has been determined, making it possible to maximize the lift force owing to the turn of the jet stream. It has been shown that this achieves the continuous flow around the sections of the flaps when they are deflected at a 60-degree angle.

We have analyzed the temperature effect of the jet stream on the mechanization and the aircraft wing at the stages of take-off and landing at different positions of engines under the wing, at different flight speeds and angles of attack. The effect of mechanization on the distribution of jet stream speeds and temperatures has been analyzed. It is shown that decreasing the distance between the engine nozzle and the lower surface of the wing leads to an increase in the angle of the jet stream deviation. We have identified those tail section zones of the flap, which require special execution to operate at temperatures above 400 °C.

The impact of the jet stream on aircraft's drag in the cruising configuration has been analyzed, as well as the scheme of engine arrangement on the aircraft's electrically dependent systems. We have shown the absence of the impact of the jet stream on the aircraft's drag in the cruising configuration, the reduction of fuel consumption at cruising modes, as well as the favorable impact exerted on the electrically dependent systems due to the significant reduction of gas-dynamic losses along the power plant tract.

Ways to modernize the transport aircraft type of An-70 have been proposed to ensure its superiority in its class.

Keywords: transport aircraft, turbojet twin-contour engine, jet stream turn, short takeoff.

References

1. Flying in 2050? Available at: <http://www.academie-air-espace.com/upload/doc/ressources/CP-2050-VOLUME2.pdf>
2. Grebenikov, A. G. (2006). Metodologiya integririvannogo proektirovaniya i modelirovaniya sbornyh samoletnykh konstruktsiy. Kharkiv: Nats. aerokosm. un-t «KhAI», 532.
3. Zhitomirskiy, G. I. (2005). Konstruktsiya samoletov. Moscow: Mashinostroenie, 406.
4. Petersson, O., Daoud, F. (2012). Multidisciplinary optimization of aircraft structures with respect to static and dynamic aeroelastic requirements. Deutscher Luft- und Raumfahrtkongress. Berlin, 1–7.
5. Gagnon, H., Zingg, D. W. (2014). High-fidelity Aerodynamic Shape Optimization of Unconventional Aircraft through Axial Deformation. 52nd Aerospace Sciences Meeting. doi: <https://doi.org/10.2514/6.2014-0908>
6. Loginov, V. V. (2009). Kompleksniy podhod po formirovaniyu tehniceskogo oblika silovoy ustanovki, integrirovanyy v planer, pri sinteze letatel'nogo apparata. Intehrovani tekhnolohiyi ta enerhozberzhennia, 2, 88–99.
7. Pezhman, M. (2013). Effects of engine placement and morphing on nonlinear aeroelastic behavior of flying wing aircraft. Atlanta: Georgia Institute of Technology, 133.
8. Vasil'ev, V. I., Lavruhin, G. N., Lazarev, V. V., Noskov, G. P., Talyzin, V. A. (2014). Eksperimental'noe issledovanie harakteristik integral'noy silovoy ustanovki samoleta tipa «letayushchee krylo». Uchenye zapiski TSAGI, 45 (3), 45–52.
9. Lyu, Z., Martins, J. R. R. A. (2015). Aerodynamic Shape Optimization of an Adaptive Morphing Trailing-Edge Wing. Journal of Aircraft, 52 (6), 1951–1970. doi: <https://doi.org/10.2514/1.c033116>
10. Zlenko, N. A., Kursakov, I. A. (2015). Optimizatsiya geometrii uzla podveski motogondoly pod krylom passazhirskogo samoleta na osnovanii chislennykh raschetov s ispol'zovaniem uravneniy RANS. Uchenye zapiski TSAGI, 46 (5), 21–38.
11. Wilhelm, R. (2005). An inverse design method for engine nacelles and wings. Aerospace Science and Technology, 9 (1), 19–29. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ast.2004.09.002>
12. Babulin, A. A. (2005). Primenenie programmnoy kompleksa «Sprut» dlya issledovaniya voprosov mestnoy aerodinamiki passazhirskogo samoleta. Materialy XVI shkoly-seminara «Aerodinamika letatel'nykh apparatov». Zhukovskiy: TSAGI, 14–15.
13. Anisimov, K. S., Kazhan, E. V., Kursakov, I. A., Lysenkov, A. V., Savel'ev, A. A. (2016). Chislennoe issledovanie vneshney aerodinamiki dvigatelya v ramkakh metodiki mnogodistsiplinarnoy optimizatsii. Materialy XXVII nauch.-tehn. konf. po aerodinamike. Zhukovskiy: TSAGI, 33–34.
14. Fomin, V. M., Hozyaenko, N. N., Shipovskiy, G. N. (2005). Osobennosti obtekaniya komponentki regional'nogo samoleta s dvigatelyami na fyuzelyazhe. Materialy XVI shkoly-seminara «Aerodinamika letatel'nykh apparatov». Zhukovskiy: TSAGI, 101–103.
15. Bragin, N. N., Gubanova, M. A., Gurevich, B. I., Karas', O. V., Kovalev, V. E., Skomorohov, S. I., Chernavskiy, Yu. N. (2009). Aerodinamicheskoe proektirovanie i opredelenie harakteristik grazhdanskogo samoleta s upravlyaemykh vektorom tyagi. Materialy XX shkoly-seminara «Aerodinamika letatel'nykh apparatov». Zhukovskiy: TSAGI, 34–35.
16. Petrov, A. B., Tret'yakov, V. F. (2015). Vliyanie struy reaktivnykh dvigateley bol'shoy stepeni dvuhkonturnosti na aerodinamicheskie harakteristiki mehanizirovannogo kryla. Uchenye zapiski TSAGI, 46 (7), 1–10.
17. Gubanov, A. A., Gusev, D. Yu. (2014). Issledovaniya integral'noy komponentki letatel'nogo apparata s pryamotokhnym dvigatelem. Uchenye zapiski TSAGI, 45 (3), 12–19.
18. Kornushenko, A. V., Chernyshova, S. M., Yastrebov, Yu. G., Bytsko, N. S. (2010). Issledovaniya vliyaniya modifikatsii elementov modeli regional'nogo samoleta na aerodinamicheskie harakteristiki modeli. Materialy XXI nauch.-tehn. konf. po aerodinamike. Zhukovskiy: TSAGI, 101–102.

19. Gorbunov, V. G., Zhelannikov, A. I., Dets, D. O., Setukha, A. V. (2012). Flow over aircraft simulation by using the discrete singularity method. *Nauchnyy vestnik MGTU GA*, 177, 10–13.
20. Gu, X., Ciampa, P. D., Nagel, B. (2016). High fidelity aerodynamic optimization in distributed overall aircraft design. 17th AIAA/ISSMO Multidisciplinary Analysis and Optimization Conference. doi: <https://doi.org/10.2514/6.2016-3508>
21. Bragin, N. N., Bolsunovskiy, A. L., Buzoverya, N. P., Gubanova, M. A., Skomorohov, S. I., Hozyainova, G. V. (2013). Issledovaniya po sovershenstvovaniyu aerodinamiki vzletno-posadochnoy mehanizatsii kryla passazhirskogo samoleta. *Uchenye zapiski TSAGI*, 44 (4), 1–14.
22. Bui, T. T. (2016). Analysis of Low-Speed Stall Aerodynamics of a Swept Wing with Seamless Flaps. 34th AIAA Applied Aerodynamics Conference. doi: <https://doi.org/10.2514/6.2016-3720>
23. Balabuev, P. V., Bychkov, S. A., Grebenikov, A. G., Zheldochnenko, V. N., Kobylanskiy, A. A., Myalitsa, A. K. et. al. (2003). Osnovy obshchego proektirovaniya samoletov s gazoturbinnymi dvigatelyami. Ch. 1. Kharkiv: «KhAI», 454.
24. Braddon, D., Lawrence, P. (1998). The Strategic Case for A400M. Aerospace Research Group, Faculty of Economics and Social Science. UWE Bristol, BS16 1QY.
25. Epifanov, S. V., Pehterev, V. D., Ryzhenko, A. I., Tsukanov, R. Yu., Shmyrev, V. F. (2011). Proektirovanie sistem silovykh ustanovok samoletov. Kharkiv: «KhAI», 511.
26. Kiva, D. S., Grebenikov, A. G. (2014). Nauchnye osnovy integrirovannogo proektirovaniya samoletov transportnoy kategorii. Ch. 1, 2. Kharkiv: Nats. aerokosm. un-t im. N. E. Zhukovskogo «KhAI», 439, 376.
27. Lyubimov, D. A. (2013). Investigation of the effect of a pylon and a wing with flaps on the flow within an exhaust jet of a double-flow turbojet engine by a simulation method for large eddies. *High Temperature*, 51 (1), 111–127. doi: <https://doi.org/10.1134/s0018151x12050100>

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.209108
DEVELOPMENT OF A TECHNIQUE FOR THE GEOMETRICAL MODELING OF CONJUGATED SURFACES WHEN DETERMINING THE GEOMETRICAL PARAMETERS OF AN ENGAGEMENT SURFACE CONTACT IN KINEMATIC PAIRS (p. 17–22)

Nelli Ismailova

Military Academy, Odessa, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0181-4420>

Valentyn Bogach

National University «Odessa Maritime Academy», Odessa, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0822-0003>

Borys Lebedev

Military Academy, Odessa, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0135-1921>

This paper reports a technique for constructing a geometric shape of the surface of contact between the interacting conjugated machine elements using computer technology. A subprogram has been developed in the MATLAB software package.

The comprehensive solution to such problems is a certain scientific challenge and is of great importance when designing the kinematic pairs in mechanical engineering. The main systemic drawback in the construction of complex mechanisms is that the design process does not take into consideration the geometric characteristics of the contact spatial engagement surface in the screw kinematic pairs. As a result, during the manufacture of a kinematic pair, conventionally

designed structural elements demonstrate defects that shorten their lifespan. Solving the set task could reduce the time to design toothed, cutting tools, would ensure the required estimation and graphic accuracy, as well as improve the efficiency of the manufacture of parts.

The study of existing procedures for designing screw conjugated surfaces has made it possible to note their unsatisfactory compliance with modern design requirements. Therefore, the manufacture of a kinematic pair that provides for technological accuracy implies the assignment of the curvilinear shapes for a contact spatial engagement surface under the predefined conditions.

The proposed geometric technique for determining the shape of a contact spatial surface of the kinematic pairs of toothed and cutting tools could make it possible to design and manufacture components and mechanisms with the required accuracy.

Keywords: kinematic method, geometric shape, cutting tool, conjugated surfaces, contact spatial surface, contact shape, toothed, geometric parameters, screw design, circular design.

References

1. Podkorytov, A. N. (2007). Metod formirovaniya sopryazhennykh vintovykh nelineychnykh poverhnostey semeystvom ogibayushchikh gelikoidov. *Heometrychne ta kompiuterne modeliuвання*, 12–15.
2. Havrylenko, Y., Kholodniak, Y., Vershkov, O., Naidysh, A. (2018). Development of the method for the formation of one-dimensional contours by the assigned interpolation accuracy. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (4 (91)), 76–82. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.123921>
3. Lyu, D., Liu, Q., Liu, H., Zhao, W. (2019). Dynamic error of CNC machine tools: a state-of-the-art review. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 106 (5-6), 1869–1891. doi: <https://doi.org/10.1007/s00170-019-04732-9>
4. Abdel-Baky, R. A., Al-Ghefari, R. A. (2012). On the kinematic geometry of relative screw motions. *Journal of Mechanical Science and Technology*, 26 (8), 2497–2503. doi: <https://doi.org/10.1007/s12206-012-0624-z>
5. Chen, Q., Zhu, S., Zhang, X. (2015). Improved Inverse Kinematics Algorithm Using Screw Theory for a Six-DOF Robot Manipulator. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 12 (10), 140. doi: <https://doi.org/10.5772/60834>
6. Li, Y., Wei, W., Su, D., Wu, W., Zhang, J., Zhao, W. (2020). Thermal characteristic analysis of ball screw feed drive system based on finite difference method considering the moving heat source. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 106 (9-10), 4533–4545. doi: <https://doi.org/10.1007/s00170-020-04936-4>
7. Vasil'ev, A. S., Goncharov, A. A. (2019). Special strategy of treatment of difficulty-profile conical screw surfaces of single-screw compressors working bodies. *Journal of Mining Institute*, 235 (1), 60–64. doi: <https://doi.org/10.31897/pmi.2019.1.60>
8. Cieśliński, J. L., Moroz, L. V., Walczyk, C. J. (2015). Fast exact digital differential analyzer for circle generation. *Applied Mathematics and Computation*, 271, 68–79. doi: <https://doi.org/10.1016/j.amc.2015.08.104>
9. Zhang, X., Zhang, J., Pang, B., Wu, D., Zheng, X., Zhao, W. (2016). An efficient approach for milling dynamics modeling and analysis with varying time delay and cutter runout effect. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 87 (9-12), 3373–3388. doi: <https://doi.org/10.1007/s00170-016-8671-8>
10. Nevlyudov, I. Sh., Velikodnyy, S. S., Omarov, M. A. (2010). Usage CAD/CAM/CAE/CAPP at formation of controlling programs for machine tools with CNC (computer numerical controlled). *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (2 (44)), 37–44. Available at: <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/2621/2427>
11. Yang, X., Seethaler, R., Zhan, C., Lu, D., Zhao, W. (2019). A Novel Contouring Error Estimation Method for Contouring Control.

IEEE/ASME Transactions on Mechatronics, 24 (4), 1902–1907. doi: <https://doi.org/10.1109/tmech.2019.2928791>

12. Yang, J., Altintas, Y. (2015). A generalized on-line estimation and control of five-axis contouring errors of CNC machine tools. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 88, 9–23. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijmactools.2014.08.004>
13. Ismailova, N. P. (2015). Parametric identification characteristics conjugated kvazihvyntovyh surfaces, which eliminates interference. *Naukovi notatky*, 48, 91–93. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nn_2015_48_19

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.208957

DETERMINING EFFICIENT OPERATING MODES AND SIZES OF BLADES FOR MULTI-SCRAPER TRENCH EXCAVATORS (p. 23–28)

Svyatoslav Kravets

National University of Water and Environmental Engineering, Rivne, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4063-1942>

Vladimir Suponyev

Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7404-6691>

Aleksej Goponov

Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7733-0919>

Serhii Kovalevskiy

Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6299-2223>

Andrii Koval

National Transport University, Kyiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1295-8200>

The presented results of scientific research are aimed at increasing the efficiency of trenching for laying the utility lines using new less energy-consuming technologies of excavating the soil with the working equipment of multi-scraper excavators.

The proposed method of determining the efficient operating modes for excavators when digging a trench is based on the idea of cutting the soil with the blades at a critical depth level, which guarantees consumption of minimum specific energy and maximum efficiency of the machine. This becomes possible if the operation of such blades is provided with the absolute values and the ratio of the speeds of cutting and submitting the working body into the face.

To determine the efficient modes of multi-scraper excavators and the size of their edge side blades, the conditions of their effective unloading were identified and the patterns of changing the soil movement over the surface of unloading scrapers depending on the time of unloading were determined. For the same purpose, the dependences of the blocked cutting speed on the trench width were determined and the technical performance of the excavator was specified on the basis of determining the soil bearing capacity for one group of blades. It is found that the time of unloading the soil from the scrapers very slightly depends on their angular velocity within its change in the unloading zone. On this basis, the maximum angular speed of the scrapers is determined. The identified indicators are related to the width of the edge side blades performing asymmetric locked cutting, whose dimensions were determined by calculations.

The obtained efficient operating modes of scraper trench excavators and the size of their edge side blades allow developing practical

recommendations for improving the working equipment of excavators of this type.

Keywords: trench digging, trench excavator, scraper excavator, scraper, blade, critical depth, soil cutting.

References

1. Shatskiy, A. S. (2007). O sostoyanii mehanizatsii truboprovodnogo stroitel'stva. *Truboprovodniy transport*. Moscow: OAO VNIIST, 4, 10–14.
2. Penchuk, V. A., Rudnev, V. K., Saenko, N. V., Suponev, V. N., Oleksyn, V. I., Balesniy, S. P., Vivchar, S. M. (2015). Soil thrust boring plant of static action with ring spacers of horizontal wells. *Magazine of Civil Engineering*, 54 (02), 100–107. doi: <https://doi.org/10.5862/mce.54.11>
3. Kravets, S., Suponyev, V., Rieznikov, O., Kosiak, O., Nechydiuk, A., Klets, D., Chevychelova, O. (2018). Determination of the resistance of the cylindrical tubular drill for trenchless laying of underground communications. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (7 (93)), 64–70. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.131838>
4. Posmituha, O., Kravets, S., Suponyev, V., Glavatsky, K. (2018). Determination of equivalent and optimal sizes of wedge tip from flange for the static perforation of soil. *MATEC Web of Conferences*, 230, 01011. doi: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201823001011>
5. ESSO et le TCHAD. *Mondialisationca*. Available at: <http://www.internationalnews.fr/20-categorie-10189106.html>
6. Chevron Pipe Line Company. Available at: <https://www.chevron.com/operations/transportation/chevron-pipe-line-company>
7. The Natural Gas Pipeline Company of America. Available at: <http://www.frankkryder.com/assetmap.htm>
8. Saudi Aramco – where energy is opportunity. Available at: <http://www.saudiaramco.com/en/home.html>
9. Trans-Arabian Pipeline Company. Available at: <http://almashriq.hiof.no/lebanon/300/380/388/tapline/>
10. Vermeer. URL: <https://www.vermeer.com/em>
11. Trencor Introduces T14 Trencher Upgrade (2018). Available at: <https://www.americanaugers.com/trencor-introduces-t14-trencher-upgrade/>
12. Cleveland Trencher Models. Available at: <http://www.cleveland-trencher.com/>
13. Sobolevskiy, R., Korobiichuk, V., Levytskyi, V., Pidvysotskiy, V., Kamskykh, O., Kovalevych, L. (2020). Optimization of the process of efficiency management of the primary kaolin excavation on the curved face of the conditioned area. *Rudarsko-Geološko-Naftni Zbornik*, 35 (1), 123–137. doi: <https://doi.org/10.17794/rgn.2020.1.10>
14. Palomba, I., Richiedei, D., Trevisani, A., Sanjurjo, E., Luaces, A., Cuadrado, J. (2019). Estimation of the digging and payload forces in excavators by means of state observers. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 134, 106356. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2019.106356>
15. Moczko, P., Pietrusiak, D., Wieckowski, J. (2019). Investigation of the failure of the bucket wheel excavator bridge conveyor. *Engineering Failure Analysis*, 106, 104180. doi: <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2019.104180>
16. Yu, X., Pang, X., Zou, Z., Zhang, G., Hu, Y., Dong, J., Song, H. (2019). Lightweight and High-Strength Design of an Excavator Bucket under Uncertain Loading. *Mathematical Problems in Engineering*, 2019, 1–12. doi: <https://doi.org/10.1155/2019/3190819>
17. Musiyko, V. D., Koval, A. B. (2014). Vyznachennia sylovoho navantazhennia bazovoho shasi universalnoi zemleryinoi mashyny z viyalno-postupalnoiui podacheiu yii robochoho obladnannia na zabyi. *Stroitel'stvo. Materialovedenie. Mashinostroenie. Seriya: Podemno-transportnye, stroitel'nye i dorozhnye mashyny i oborudovanie*, 79, 133–140.

18. Musiyko, V. D., Kravets, S. V., Pukhtaievych, O. I. (2018). Vyznachennia ratsionalnykh rezhymiv roboty intensyfikatoriv rozvanzhennia gruntu z robochykh orhaniv zemlerynykh mashyn bezperervnoi diyi. *Visnyk Natsionalnoho transportnoho universytetu*, 1, 241–251.
19. Kravets, S. V., Kosiak, O. V., Haponov, O. O., Yanchyk, T. O. (2019). Vyznachennia chysla liniy rizannia ta vysoty hruntotransportuichykh skrebkiv lantsiuhovo-skrebkovykh transheinykh ekskavatoriv. U kn.: *Budivnytstvo, materialoznavstvo, mashynobuduvannia. Intensyfikatsiya robochykh protsesiv budivelnykh ta dorozhnykh mashyn. Seriya: Pidiomno-transportni, budivelni ta dorozhni mashyny i obladnannia*. Dnipro: DVNZ «PDABA», 66–74.
20. Kosiak, O. V., Haponov, O. O., Pukhtaievych, O. H. (2018). Pereumovy stvorennya krytychnohlybnykh rezhymiv roboty bahatoskrebkovykh lantsiuhovykh transheinykh ekskavatoriv. *Str-vo. Materialovedenie. Mashinostroenie. Seriya: Pod'omno-transp., stroit., dor. mashyny i obor.*, 103, 145–151.

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.208640

PATTERNS OF INFLUENCE EXERTED BY THE SIDE WALLS OF A VIBRATORY SIEVE ON THE MOTION OF A LOOSE MIXTURE FLOW (p. 29–38)

Mykhailo Piven

Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University
of Agriculture, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9487-1450>

Aleksandr Spolnik

Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University
of Agriculture, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4389-8813>

Tatiana Sychova

Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University
of Agriculture, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9604-7847>

Alona Piven

Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University
of Agriculture, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3795-1112>

The influence of the side walls of a vibratory sieve on the motion of a loose mixture flow has been investigated. The regularities have been established of the flow motion parameters on the walls' height, the resistance of their surfaces, the length and distance between them. The condition has been defined for the occurrence, degree, character, as well as the region of the side walls' influence on the mixture motion over the entire area of a sieve.

Increasing the height of the walls, the length and resistance of their surfaces increases the surface density and reduces the longitudinal velocity of a mixture near the near-wall region, causing the occurrence of the transverse velocity component and the uneven distribution of the specific load of the sieve. For the wall's steady parameters, there is a threshold of distance between them, at which the near-wall regions of uneven loading begin to interact with each other, thereby enhancing their influence on the flow. There occur the under-loaded and over-loaded sites in the sieve that differ in the magnitude of deviations and area. The uneven loading area reaches 83 % of the sieve area while the magnitude of deviations in the specific loading is 26 %.

A condition of the influence exerted by the side walls on a flow is exceeding the minimum values of the parameters: a wall height, $h > 4 \cdot 10^{-3}$ m; the resistance of a wall surface, $C_2 > 2$ kg/m²·s; a wall length, $l > 0.5$ m. The side walls' influence leads to the formation of

a near-wall region of the sieve's under-loaded and over-loaded sites, whose deviations and area are the same. The magnitude of the wall's region of influence increases in proportion to the sieve length and acquires the shape of a rectangular triangle.

To reduce the influence of the side walls, it is necessary to reduce the resistance of their surfaces, the sieve length, and to increase its width, to avoid the threshold distance between the walls and a simultaneous growth of their parameters. The patterns in the side walls' influence underlie the improvement of vibratory-sieve separators and the substantiation of their operation modes.

Keywords: influence of side walls, mixture flow motion, distance between walls, specific loading of sieve.

References

1. Lesin, Yu. V., Markov, S. O., Tyulenev, M. A. (2002). Vliyanie granichnogo efekta na fiziko-strukturnye harakteristiki razdel'nozernistoy sredy. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*, 9, 213. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-granichnogo-efekta-na-fiziko-strukturnye-harakteristiki-razdelnozernistoy-sredy>
2. Sizikov, V. S. (2017). Mathematical modeling of vibrational displacement of granular media by two transportation tool walls oscillating in antiphase (Part 1). *Vestnik grazhdanskih inzhenerov*, 1 (60), 214–220. Available at: <http://vestnik.spbgasu.ru/sites/files/ru/articles/60/214-220.pdf>
3. Bessonova, M., Ponomareva, M., Yakutenok, V. (2019). Numerical solution of polymer melt flow problem in a single screw extruder. *Himičeskaâ Fizika i Mezoskopîâ*, 21 (2), 198–217. doi: <https://doi.org/10.15350/17270529.2019.2.22>
4. Ostrikov, A. N., Abramov, O. V. (1999). Matematicheskaya model' protsessâ ekstruzii pri neizotermicheskom techenii vyazkoy sredy v odnoshnekovykh ekstruderah. *Izvestiya vysshih uchebnykh zavedeniy. Pishchevaya tehnologiya*, 1 (248), 49–52. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/matematiceskaya-model-protsessâ-ekstruzii-pri-neizotermicheskom-techenii-vyazkoy-sredy-v-odnoshnekovykh-ekstruderah>
5. Loktionova, O. G. (2008). Dinamika i optimal'niy sintez parametrov vibrokipyashchego sloya sypuchey sredy. *Izvestiya vysshih uchebnykh zavedeniy. Severo-Kavkazskiy region. Tehnicheskie nauki*, 1, 8–10. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/dinamika-i-optimalnyy-sintez-parametrov-vibrokipyashchego-sloya-sypuchey-sredy>
6. Stannarius, R., Martinez, D. S., Börzsönyi, T., Biebler, M., Barthel, F., Hampel, U. (2019). High-speed x-ray tomography of silo discharge. *New Journal of Physics*, 21 (11), 113054. doi: <https://doi.org/10.1088/1367-2630/ab5893>
7. Chou, S. H., Sheng, L. T., Huang, W. J., Hsiao, S. S. (2020). Segregation pattern of binary-size mixtures in a double-walled rotating drum. *Advanced Powder Technology*, 31 (1), 94–103. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apt.2019.10.003>
8. Vodop'yanov, I. S., Nikitin, N. V., Chernyshenko, S. I. (2013). Snizhenie turbulentnogo soprotivleniya bokovymi kolebaniyami orebrennoy poverhnosti. *Izvestiya Rossiyskoy akademii nauk. Mehanika zhidkosti i gaza*, 4, 46–56.
9. Asif, M., Haq, S. U., Islam, S., Khan, I., Tlili, I. (2018). Exact solution of non-Newtonian fluid motion between side walls. *Results in Physics*, 11, 534–539. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rinp.2018.09.023>
10. Fetecau, C., Vieru, D., Fetecau, C. (2011). Effect of side walls on the motion of a viscous fluid induced by an infinite plate that applies an oscillating shear stress to the fluid. *Open Physics*, 9 (3), 816–824. doi: <https://doi.org/10.2478/s11534-010-0073-1>
11. Sultan Q., Nazar M. (2016). Flow of generalized Burgers' fluid between side walls induced by sawtooth pulses stress. *Journal of Applied Fluid Mechanics*, 9 (5), 2195–2204. doi: <https://doi.org/10.18869/acadpub.jafm.68.236.24660>
12. Vasylykovskiy, O., Vasylykovska, K., Moroz, S., Sviren, M., Storozhyk, L. (2019). The influence of basic parameters of separating

conveyor operation on grain cleaning quality. *INMATEH Agricultural Engineering*, 57 (1), 63–70. doi: https://doi.org/10.35633/inmateh_57_07

13. Tishchenko, L., Kharchenko, S., Kharchenko, F., Bredykhin, V., Tsurkan, O. (2016). Identification of a mixture of grain particle velocity through the holes of the vibrating sieves grain separators. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (7 (80)), 63–69. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.65920>
14. Kharchenko, S., Kovalyshyn, S., Zavgorodniy, A., Kharchenko, F., Mikhaylov, Y. (2019). Effective sifting of flat seeds through sieve. *INMATEH – Agricultural Engineering*, 58 (2), 17–26. Available at: <https://inmateh.eu/api/uploads/eab04a49-470f-4c7e-87ef-1577a8abf4e8.pdf>
15. Li, Z., Tong, X., Xia, H., Yu, L. (2016). A study of particles looseness in screening process of a linear vibrating screen. *Journal of Vibro-engineering*, 18 (2), 671–681. Available at: <https://www.jvejournal.com/article/16563>
16. Akhmadiev, F. G., Gizzyatov, R. F., Kiyamov, K. G. (2013). Mathematical modeling of thin-layer separation of granular materials on sieve classifiers. *Theoretical Foundations of Chemical Engineering*, 47 (3), 254–261. doi: <https://doi.org/10.1134/s0040579513030019>
17. Piven, M., Volokh, V., Piven, A., Kharchenko, S. (2018). Research into the process of loading the surface of a vibrosieve when a loose mixture is fed unevenly. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (1 (96)), 62–70. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.149739>
18. Akhmadiev, G. F., Gizzyatov, R. F., Nazipov, I. T. (2017). Hydrogasdynamics and Kinetics of Separation of Disperse Media on Sieve Classifiers. *Journal of Engineering Physics and Thermophysics*, 90 (5), 1077–1086. doi: <https://doi.org/10.1007/s10891-017-1659-x>
19. Hua, L., Jinshuang, W., Jianbo, Y., Wenqing, Y., Zhiming, W. (2017). Analysis of threshed rice mixture separation through vibration screen using discrete element method. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 10 (6), 231–239. doi: <https://doi.org/10.25165/j.ijabe.20171006.2910>
20. Tishchenko, L. N., Ol'shanskiy, V. P. (2008). Resheniya uproschenykh uravneniy gidrodinamiki pri modelirovanii dvizheniya zernovoy smesi po naklonnomu ploskomu reshetu. *Suchasni napriamky tekhnolohiyi ta mekhanizatsiyi protsesiv pererobnykh i kharchovykh vyrobnytstv. Visnyk KhNTUSH*, 74, 306–312.
21. Piven, M. (2016). Planned Motion Equations of Free-running Grain Mixture Flow. TEKA. Commission of motorization and energetics in agriculture, 16 (4), 63–72. Available at: https://journals.pan.pl/Content/108402/PDF/9_Piven.pdf

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.209050

ESTABLISHING THE EFFECT OF DECREASED POWER INTENSITY OF SELF-OSCILLATORY GRINDING IN A TUMBLING MILL WHEN THE CRUSHED MATERIAL CONTENT IN THE INTRACHAMBER FILL IS REDUCED (p. 39–48)

Kateryna Deineka

National University of Water and Environmental Engineering, Rivne, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7376-6734>

Yuriy Naumenko

National University of Water and Environmental Engineering, Rivne, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3658-3087>

The influence of the content of crushed material in the intrachamber grinding fill on the efficiency of the self-oscillatory grinding process in the tumbling mill was assessed.

A dynamic effect of a significant decrease in self-oscillatory action of the two-fraction fill of the rotary chamber with an increase in the content of fine fraction was revealed by the method of visual analysis of motion patterns. A decrease in values of the following inertial fill parameters was established: maximum dilatancy v_{max} , the relative amplitude of self-oscillations ψ_{Rv} and a maximum share of the active part $\kappa_{fam\ max}$ with an increase in the degree of filling the gaps between particles of the coarse fraction κ_{mbgr} . A decrease in the generalized complex degree of dynamic activation K_a was also established. The effect is due to the strengthening of the cohesive properties of the incoherent coarse fraction under the influence of the fine fraction. There was a decrease in by 29 % for v_{max} , by 7 % for ψ_{Rv} , 2.9 times for $\kappa_{fam\ max}$ and 4.2 times for K_a with an increase in κ_{mbgr} from 0 to 1 at the degree of filling the chamber with the fill $\kappa_{br}=0.45$.

Technological effect of a significant decrease in specific energy intensity and an increase in productivity of the innovative self-oscillatory grinding process in comparison with characteristics of the conventional steady-state process at a decrease in the content of crushed material in the fill was established.

A process of milling cement clinker with grinding bodies at relative size of 0.026 and $\kappa_{br}=0.45$ was considered. A decrease in specific energy intensity by 27 % at $\kappa_{mbgr}=1$, by 38 % at $\kappa_{mbgr}=0.5625$ and by 44 % at $\kappa_{mbgr}=0$ was found. An increase in relative productivity by 7 % at $\kappa_{mbgr}=1$, by 26 % at $\kappa_{mbgr}=0.5625$ and by 39 % at $\kappa_{mbgr}=0.125$ was established.

The established effects will make it possible to forecast rational parameters of the self-oscillatory grinding process in a tumbling mill at the variation of the content of the crushed material in the fill.

Keywords: tumbling mill, content of crushed material in intrachamber fill, self-oscillations, energy intensity of grinding.

References

1. Naumenko, Yu. V. (1999). The antitorque moment in a partially filled horizontal cylinder. *Theoretical Foundations of Chemical Engineering*, 33 (1), 91–95.
2. Naumenko, Yu. V. (2000). Determination of rational rotation speeds of horizontal drum machines. *Metallurgical and Mining Industry*, 5, 89–92.
3. Naumenko, Y. (2017). Modeling of fracture surface of the quasi solid-body zone of motion of the granular fill in a rotating chamber. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (1 (86)), 50–57. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.96447>
4. Naumenko, Y., Sivko, V. (2017). The rotating chamber granular fill shear layer flow simulation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (7 (88)), 57–64. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.107242>
5. Naumenko, Y. (2017). Modeling a flow pattern of the granular fill in the cross section of a rotating chamber. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (1 (89)), 59–69. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.110444>
6. Lv, J., Wang, Z., Ma, S. (2020). Calculation method and its application for energy consumption of ball mills in ceramic industry based on power feature deployment. *Advances in Applied Ceramics*, 119 (4), 183–194. doi: <https://doi.org/10.1080/17436753.2020.1732621>
7. Deineka, K. Y., Naumenko, Y. V. (2018). The tumbling mill rotation stability. *Scientific Bulletin of National Mining University*, 1, 60–68. doi: <https://doi.org/10.29202/nvngu/2018-1/10>
8. Deineka, K., Naumenko, Y. (2019). Revealing the effect of decreased energy intensity of grinding in a tumbling mill during self-excitation of auto-oscillations of the intrachamber fill. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (1 (97)), 6–15. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.155461>
9. Deineka, K., Naumenko, Y. (2019). Establishing the effect of a decrease in power intensity of self-oscillating grinding in a tumbling

- mill with a reduction in an intrachamber fill. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (7 (102)), 43–52. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.183291>
10. Gupta, V. K. (2020). Energy absorption and specific breakage rate of particles under different operating conditions in dry ball milling. *Powder Technology*, 361, 827–835. doi: <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2019.11.033>
 11. Cleary, P. W., Morrison, R. D. (2011). Understanding fine ore breakage in a laboratory scale ball mill using DEM. *Minerals Engineering*, 24 (3-4), 352–366. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2010.12.013>
 12. Cleary, P. W., Owen, P. (2019). Effect of operating condition changes on the collisional environment in a SAG mill. *Minerals Engineering*, 132, 297–315. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2018.06.027>
 13. Yin, Z., Peng, Y., Zhu, Z., Yu, Z., Li, T. (2017). Impact Load Behavior between Different Charge and Lifter in a Laboratory-Scale Mill. *Materials*, 10 (8), 882. doi: <https://doi.org/10.3390/ma10080882>
 14. Öksüzoglu, B., Uçurum, M. (2016). An experimental study on the ultra-fine grinding of gypsum ore in a dry ball mill. *Powder Technology*, 291, 186–192. doi: <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2015.12.027>
 15. Deniz, V. (2016). The effects of powder filling on the kinetic breakage parameters of natural amorphous silica. *Particulate Science and Technology*, 35 (6), 682–687. doi: <https://doi.org/10.1080/02726351.2016.1194347>
 16. Yin, Z., Peng, Y., Zhu, Z., Yu, Z., Li, T., Zhao, L., Xu, J. (2017). Experimental study of charge dynamics in a laboratory-scale ball mill. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science*, 232 (19), 3491–3499. doi: <https://doi.org/10.1177/0954406217738031>
 17. Cayirli, S. (2018). Influences of operating parameters on dry ball mill performance. *Physicochemical Problems of Mineral Processing*, 54 (3), 751–762. doi: <http://doi.org/10.5277/ppmp1876>
 18. Katubilwa, F. M., Moys, M. H. (2011). Effects of filling degree and viscosity of slurry on mill load orientation. *Minerals Engineering*, 24 (13), 1502–1512. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2011.08.004>
 19. Mulenga, F. K., Moys, M. H. (2014). Effects of slurry filling and mill speed on the net power draw of a tumbling ball mill. *Minerals Engineering*, 56, 45–56. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2013.10.028>
 20. Mulenga, F. K., Moys, M. H. (2014). Effects of slurry pool volume on milling efficiency. *Powder Technology*, 256, 428–435. doi: <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2014.02.013>
 21. Mulenga, F. K., Mkonde, A. A., Bwalya, M. M. (2016). Effects of load filling, slurry concentration and feed flowrate on the attainable region path of an open milling circuit. *Minerals Engineering*, 89, 30–41. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2016.01.002>
 22. Soleymani, M. M., Fooladi Mahani, M., Rezaeizadeh, M. (2016). Experimental observations of mill operation parameters on kinematic of the tumbling mill contents. *Mechanics & Industry*, 17 (4), 408. doi: <https://doi.org/10.1051/meca/2015077>
 23. Soleymani, M. M., Fooladi, M., Rezaeizadeh, M. (2016). Effect of slurry pool formation on the load orientation, power draw, and impact force in tumbling mills. *Powder Technology*, 287, 160–168. doi: <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2015.10.009>
 24. Soleymani, M. M., Fooladi, M., Rezaeizadeh, M. (2016). Experimental investigation of the power draw of tumbling mills in wet grinding. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science*, 230 (15), 2709–2719. doi: <https://doi.org/10.1177/0954406215598801>
 25. Soleymani, M., Fooladi Mahani, M., Rezaeizadeh, M. (2016). Experimental study the impact forces of tumbling mills. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part E: Journal of Process Mechanical Engineering*, 231 (2), 283–293. doi: <https://doi.org/10.1177/0954408915594526>
 26. Yin, Z., Peng, Y., Zhu, Z., Ma, C., Yu, Z., Wu, G. (2019). Effect of mill speed and slurry filling on the charge dynamics by an instrumented ball. *Advanced Powder Technology*, 30 (8), 1611–1616. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apt.2019.05.009>

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.208579

DEVELOPMENT OF THE SINGLE-SETUP MILLING PROCESS MODEL OF THE SHAFT SUPPORT NECKS AND CAMS (p. 48–54)

Vitalii Kalchenko

Chernihiv National University of Technology, Chernihiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9850-7875>

Volodymyr Kalchenko

Chernihiv National University of Technology, Chernihiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9072-2976>

Natalia Sira

Chernihiv National University of Technology, Chernihiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6242-5210>

Olga Kalchenko

Chernihiv National University of Technology, Chernihiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7120-9843>

Dmytro Kalchenko

Genix Solutions LLC, Chernihiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7380-6625>

Volodymyr Vynnyk

PET TECHNOLOGIES, Chernihiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4179-5765>

Volodymyr Morochko

PJSC «CHEZARA», Chernihiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6160-2812>

Three-dimensional geometrical modeling of the processes of allowance removal and shaping of support necks and cams of camshafts when milling with crossed axes of the tool and part is proposed. Single-setup milling of camshafts, which are widely used in automotive, tractor, shipbuilding and other industries, is carried out by a cutter with crossed axes of it and the part. The rotation angle of the cutter is selected from the condition of providing the required roughness of the treated surface and is regulated by the feed. At the same time, high processing productivity is provided by an increase in camshaft speed. A method of milling support necks and cams is developed, where the processing is carried out by a cutter, the height of which is less than the lengths of the processed surfaces. When processing the passage, the main allowance is removed by the end face of the quadrangular roughing carbide plate, and the finishing is carried out by the unloaded periphery of the cermet finishing plate. This allowance distribution increases the productivity and accuracy of processing, and the ability to rotate the roughing plate saves material and reduces the cost of processing. In the process of milling the curved surface of the camshaft cam, the depth of cut along the machined profile is always greater than the value of the removed allowance. This causes a decrease in the accuracy and productivity of processing. In order to eliminate this problem, it is proposed to stabilize the depth of cut and feed along the contour with uneven rotation of the part. The uniformity of the depth of cut and feed along the curved contour of the cam is achieved by simultaneous vertical and transverse movements of the cutter and uneven rotation of the camshaft. When milling the curved surface of the cam, the center of which does not coincide with the camshaft center, there is an uneven rotation of the latter and synchronous vertical and transverse movement of the cutter. When machining the cam section, the center of which coincides with the camshaft center, the cutter is given only rotation.

Keywords: camshaft milling, crossed axes, camshaft cams, support necks.

References

- Shkarlet, S., Kholiavko, N., Dubyna, M. (2019). Information economy: management of educational, innovation, and research determinants. *Marketing and Management of Innovations*, 3, 126–141. doi: <https://doi.org/10.21272/mmi.2019.3-10>
- Brecher, C., Wellmann, F., Epple, A. (2017). Quality-predictive CAM Simulation for NC Milling. *Procedia Manufacturing*, 11, 1519–1527. doi: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.284>
- Nguyen, V. (2018). Design and manufacturing camshaft using on hybrid vehicles. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET)*, 9 (6), 277–284. Available at: http://www.iaeme.com/MasterAdmin/Journal_uploads/IJMET/VOLUME_9_ISSUE_6/IJMET_09_06_032.pdf
- Shlifoval'nye stanki zavod «Harverst». Har'kovskiy stankostroitel'niy zavod «Harverst». Available at: http://harverst.com.ua/upload/files/Buklet_stanko_ru.pdf
- Li, J., Zhang, W., Shen, N. Y., Wang, X. L. (2013). A Novel Method for Kinematic Optimization of Camshaft Non-Circular Grinding. *Advanced Materials Research*, 690-693, 3253–3257. doi: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amr.690-693.3253>
- Deng, Z. H., Wang, J., Cao, D. F., Liu, W., Wang, L. L. (2009). Research on Dynamic Optimization and Simulation of Camshaft Grinding Process. *Advanced Materials Research*, 69-70, 44–48. doi: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amr.69-70.44>
- Chen, G., Mei, X., Zheng, T. (2009). Research on the key technologies of CNC noncircular camshaft grinding. 2009 International Conference on Mechatronics and Automation. doi: <https://doi.org/10.1109/icma.2009.5244827>
- JUCAM – Cam grinding. Junker. Available at: <https://pdf.directindustry.com/pdf/erwin-junker-maschinenfabrik-gmbh/jucam-cam-grinding/9216-323555.html>
- JUCRANK. Crankshaft grinding. JUNKER. Available at: https://www.junker-group.com/fileadmin/user_upload/Prospekte/JUNKER_JUCRANK_en.pdf
- Flexible manufacturing systems (2015). Heller.
- Kalchenko, V., Sira, N., Kalchenko, D., Aksonova, O. (2018). Investigation of the milling cylindrical surfaces process with tool and shaft crossed axes. *Technical sciences and technologies*, 4 (14), 18–27. doi: [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2018-4\(14\)-18-27](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2018-4(14)-18-27)
- Shliednikova, O., Vynnyk, V., Sklyar, V., Aksonova, O. (2019). Modular 3d modeling of tools, process of adaptation removal and forming at milling the cams with crossing tools and details. *Technical sciences and technologies*, 1 (15), 53–62. doi: [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2019-1\(15\)-53-62](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2019-1(15)-53-62)

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.203988
PREDICTING THE SHAPE FORMATION OF HOLLOW PARTS WITH A FLANGE IN THE PROCESS OF COMBINED RADIAL-REVERSE EXTRUSION (p. 55–62)

Natalia Hrudkina

Donbass State Engineering Academy, Kramatorsk, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0914-8875>

Leila Aliieva

Donbass State Engineering Academy, Kramatorsk, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5283-925X>

Oleg Markov

Donbass State Engineering Academy, Kramatorsk, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9377-9866>

Irina Marchenko

Pryazovskyi State Technical University, Mariupol, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4566-3866>

Alexander Shapoval

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskiy National University, Kremenchuk, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4303-7124>

Payman Abhari

Donbass State Engineering Academy, Kramatorsk, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0827-8149>

Mariia Kordenko

Research and Production Enterprise «INTRIS», Kramatorsk, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5168-7813>

The simulation of the process of combined radial reverse extrusion of hollow parts with a flange has established two fundamentally different, in terms of the components of the kinematic modules, calculation schemes CDZ-1.i and CDZ-2.j, taking into consideration the possible shape of the boundary of the section of a metal flow inside a workpiece. The comparison of the dependences of the optimal relative rate of metal outflow in the opposite direction for different schemes indicates significant differences in the resulting values in the course of the deformation process. The relevance of this study is due to making it easier to evaluate the use of the combined extrusion process to produce hollow parts with a flange while maintaining the required dimensions compared to simple deformation schemes. We have identified the lack of detailed studies into the technologies for the introduction of combined extrusion schemes, as well as the absence of technological recommendations for determining the force regime and the shape formation of a semi-finished article.

The process of the combined extrusion of hollow parts with a flange was investigated, thereby selecting different types based on the nature of the metal flow depending on the geometric ratios of the deformation process. We have obtained experimental data on the gradual shape formation of a semi-finished product in the process of deformation at different geometric ratios. The limits of using estimation schemes of the process have been defined to obtain data on the increments in a semi-finished product, including in terms of predicting the formation of a shrinkage cavity in the bottom part. It is recommended that a condition of selecting the appropriate scheme should be the condition for a minimum value of the reduced pressure of deformation $\bar{p}_i < \bar{p}_j$. The resulting recommendations make it easier to predict the shape formation and the force mode of extrusion (a deviation from experimentally obtained data can be reduced to 10 %), which would contribute to evaluating the rationality of the combined extrusion processes while ensuring the required dimensions of a part.

Keywords: energy method, combined extrusion, parts with a flange, shape formation, deformation process.

References

- Zagirnyak, M., Zagirnyak, V., Moloshtan, D., Drahobetskyi, V., Shapoval, A. (2019). A search for technologies implementing a high fighting efficiency of the multilayered elements of military equipment. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (1 (102)), 33–40. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.183269>
- Markov, O., Gerasimenko, O., Aliieva, L., Shapoval, A. (2019). Development of the metal rheology model of high-temperature deformation for modeling by finite element method. *EUREKA: Physics and Engineering*, 2, 52–60. doi: <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2019.00877>

3. Kukhar, V., Kurpe, O., Klimov, E., Balalayeva, E., Dragobetskii, V. (2018). Improvement of the Method for Calculating the Metal Temperature Loss on a Coilbox Unit at The Rolling on Hot Strip Mills. *International Journal of Engineering & Technology*, 7 (4.3), 35. doi: <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i4.3.19548>
4. Dragobetskii, V., Zagirnyak, V., Shlyk, S., Shapoval, A., Naumova, O. (2019). Application of explosion treatment methods for production Items of powder materials. *Przegląd Elektrotechniczny*, 1 (5), 41–44. doi: <https://doi.org/10.15199/48.2019.05.10>
5. Anishchenko, O. S., Kukhar, V. V., Grushko, A. V., Vishtak, I. V., Prysiazhnyi, A. H., Balalayeva, E. Y. (2019). Analysis of the Sheet Shell's Curvature with Lamé's Superellipse Method during Superplastic Forming. *Materials Science Forum*, 945, 531–537. doi: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/msf.945.531>
6. Zhang, S. H., Wang, Z. R., Wang, Z. T., Xu, Y., Chen, K. B. (2004). Some new features in the development of metal forming technology. *Journal of Materials Processing Technology*, 151 (1-3), 39–47. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2004.04.098>
7. Aliiev, I. S. (1988). Radial extrusion processes. *Soviet Forging and Sheet Metal Stamping Technology*, 6, 1–4.
8. Plancak, M., Barisic, B., Grizelj, B. (2008). Different Possibilities of Process Analysis in Cold Extrusion. *Key Engineering Materials*, 367, 209–214. doi: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/kem.367.209>
9. Perig, A. (2015). Two-parameter Rigid Block Approach to Upper Bound Analysis of Equal Channel Angular Extrusion Through a Segal 2θ-die. *Materials Research*, 18 (3), 628–638. doi: <https://doi.org/10.1590/1516-1439.004215>
10. Laptev, A. M., Perig, A. V., Vyal, O. Y. (2013). Analysis of equal channel angular extrusion by upper bound method and rigid blocks model. *Materials Research*, 17 (2), 359–366. doi: <https://doi.org/10.1590/s1516-14392013005000187>
11. Hrudkina, N., Aliieva, L. (2020). Modeling of cold extrusion processes using kinematic trapezoidal modules. *FME Transactions*, 48 (2), 357–363. doi: <https://doi.org/10.5937/fme2002357h>
12. Luri, R., Luis Pérez, C. J. (2011). Modeling of the processing force for performing ECAP of circular cross-section materials by the UBM. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 58 (9-12), 969–983. doi: <https://doi.org/10.1007/s00170-011-3460-x>
13. Ogorodnikov, V. A., Dereven'ko, I. A. (2013). Modeling combined extrusion process to assess the limit of forming blanks from different materials. *Izvestiya MGTU «MAMI»*, 2 (1 (15)), 224–229.
14. Dereven'ko, I. A. (2012). Deformiruemost' i kachestvo zagotovok v usloviyah kombinirovannogo formoizmeneniya. *Obrabotka metallov davleniem*, 3 (32).
15. Aliieva, L. I., Martynov, S. V., Grudkina, N. S., Komirenko, A. D. (2013). Tehnologicheskaya deformiruemost' pri shtampovke stakanov s flantsem. *Nauchny Vestnik DGMA*, 1 (11), 20–24. Available at: [http://www.dgma.donetsk.ua/science_public/science_vesnik/%E2%84%961\(11%D0%95\)_2013/article/5.pdf](http://www.dgma.donetsk.ua/science_public/science_vesnik/%E2%84%961(11%D0%95)_2013/article/5.pdf)
16. Hrudkina, N., Aliieva, L., Abhari, P., Markov, O., Sukhovirskaya, L. (2019). Investigating the process of shrinkage depression formation at the combined radial-backward extrusion of parts with a flange. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (1 (101)), 49–57. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.179232>
17. Ogorodnikov, V. A., Dereven'ko, I. A., Sivak, R. I. (2018). On the Influence of Curvature of the Trajectories of Deformation of a Volume of the Material by Pressing on Its Plasticity Under the Conditions of Complex Loading. *Materials Science*, 54 (3), 326–332. doi: <https://doi.org/10.1007/s11003-018-0188-x>
18. Sivak, R. (2017). Evaluation of metal plasticity and research on the mechanics of pressure treatment processes under complex loading. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (7 (90)), 34–41. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.115040>
19. Farhoumand, A., Ebrahimi, R. (2016). Experimental investigation and numerical simulation of plastic flow behavior during forward-backward-radial extrusion process. *Progress in Natural Science: Materials International*, 26 (6), 650–656. doi: <https://doi.org/10.1016/j.pnsc.2016.12.005>
20. Farhoumand, A., Ebrahimi, R. (2009). Analysis of forward-backward-radial extrusion process. *Materials & Design*, 30 (6), 2152–2157. doi: <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2008.08.025>
21. Seo, J. M., Jang, D. H., Min, K. H., Koo, H. S., Kim, S. H., Hwang, B. B. (2007). Forming Load Characteristics of Forward and Backward Tube Extrusion Process in Combined Operation. *Key Engineering Materials*, 340-341, 649–654. doi: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/kem.340-341.649>
22. Ebrahimi, R., Reihanian, M., Moshksar, M. M. (2008). An analytical approach for radial-forward extrusion process. *Materials & Design*, 29 (9), 1694–1700. doi: <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2008.03.018>
23. Stepanskiy, L. G. (1979). *Raschety protsessov obrabotki metallov davleniem*. Moscow: Mashinostroenie, 215.
24. Shestakov, N. A. (1998). *Energeticheskie metody rascheta protsessov obrabotki metallov davleniem*. Moscow: MGIU, 125.
25. Chudakov, P. D. (1992). Verhnyaya otsenka moshchnosti plasticheskoy deformatsii s ispol'zovaniem minimiziruyushchey funktsii. *Izvestiya vuzov. Mashinostroenie*, 9, 13–15.
26. Aliieva, L., Hrudkina, N., Aliiev, I., Zhibankov, I., Markov, O. (2020). Effect of the tool geometry on the force mode of the combined radial-direct extrusion with compression. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (1 (104)), 15–22. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.198433>
27. Hrudkina, N., Aliieva, L., Abhari, P., Kuznetsov, M., Shevtsov, S. (2019). Derivation of engineering formulas in order to calculate energy-power parameters and a shape change in a semi-finished product in the process of combined extrusion. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (7 (98)), 49–57. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.160585>

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.209116
IDENTIFICATION OF REGULARITIES OF CHANGES
IN ENERGY-POWER PARAMETERS DEPENDING
ON THE DESIGN OF THE ROLLER NODE OF
A NEW RADIAL-SHEAR MILL BY COMPUTER
SIMULATION (p. 63–71)

Serik Mashekov

Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9577-2219>

Adilzhan Nurtazayev

Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9170-3566>

Aigerim Mashekova

Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6246-9494>

Yerik Nugman

Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4537-9440>

Ulan Angarbekov

Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7366-2641>

This paper proposes a radial-shear mill (RSM) of a new design, which allows by rolling or rolling and pressing operations obtaining high-quality rods and wires. In addition, it proposes the method of computer calculation of the energy-power parameters of bar extrusion

at the RSM of the new design. Mathematical dependences and calculation algorithm were described, which allow calculating energy-power parameters of the combined bar manufacturing process at a given level of technological parameters. Based on the results of analytical studies and computer modeling, the energy-power parameters were defined and analyzed, in addition, the laws of their changes were determined. It is shown that, regardless of the alloy grade or type, when rolling billets on a new RSM with smooth rolls, the strain force is larger in magnitude compared to rolling in helical rolls. It was found that, in comparison with rolling of bars in smooth and helical rolls, their processing by a combined rolling-pressing process leads to an increase in the deformation force of alloys M1 and D16 by 1.1–1.15 and 1.15–1.3 times, respectively. It is shown that during the deformation of the rods on the new RSM, by controlling the paths of the metal flow in the deformation zone, intensive grinding of the metal structure can be achieved. It was found that when pressing the bars on the new RSM, the temperature of the workpiece increases up to 420 °C, which leads to a sharp decrease in the force required for deformation. The nature of the temperature distribution of the pressed metal in the deformation zone was determined. The adequacy of the models was proved by comparing calculated values of the power parameters of extrusion, obtained by engineering technique and numerical simulation.

Keywords: electric motor power, smooth roll, rolling force, rolling moment, radial shear mill, bar, power parameters, helical roll.

References

- Gorohov, Y. V., Belyaev, S. V., Uskov, I. V., Gubanov, I. Y., Kosovich, A. A. (2014). Development of the combine continuous process of foundry and extrusion. *Engineering & Technologies*, 4, 436–442.
- Sokolov, R. E., Sidel'nikov, S. B. (2015). Application of Methods Combined Treatment for Obtaining Welding Wire from Silumins. *Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies*, 8 (2), 180–184. doi: <https://doi.org/10.17516/1999-494x-2015-8-2-180-184>
- Dovzhenko, N. N., Sidel'nikov, S. B., Timofeev, V. N. et. al. (2007). *Novye tehnologii i oborudovanie dlya obrabotki tsvetnykh metallov i splavov. Modelirovanie i razvitie protsessov OMD*, 259–262.
- Fakhretdinova, E. I., Raab, G. I., Ganiev, M. M. (2014). Development of a Force Parameter Model for a New Severe Plastic Deformation Technique – Multi-ECAP-Conform. *Applied Mechanics and Materials*, 698, 386–390. doi: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.698.386>
- Yar-Mukhamedova, G. Sh. (2000). A mathematical model of formation of the structure of composite films by the cut-off method. *Materials Science*, 36 (4), 598–601. doi: <https://doi.org/10.1023/a:1011382609756>
- Zheng, X., Luo, P., Dong, J., Wang, S. (2019). The Effect of Casting Speed on Microstructure, Microsegregation, and Mechanical Properties of High-Strength Mg-Nd-Zn-Zr Alloy. *Journal of Materials Engineering and Performance*, 28 (3), 1753–1761. doi: <https://doi.org/10.1007/s11665-019-3878-0>
- Markov, O. E., Gerasimenko, O. V., Kukhar, V. V., Abdulov, O. R., Ragulina, N. V. (2019). Computational and experimental modeling of new forging ingots with a directional solidification: the relative heights of 1.1. *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*, 41 (8). doi: <https://doi.org/10.1007/s40430-019-1810-z>
- Markov, O. E., Gerasimenko, O. V., Shapoval, A. A., Abdulov, O. R., Zhytnikov, R. U. (2019). Computerized simulation of shortened ingots with a controlled crystallization for manufacturing of high-quality forgings. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 103 (5-8), 3057–3065. doi: <https://doi.org/10.1007/s00170-019-03749-4>
- Svívelová, J., Tkadlečková, M., Michalek, K., Strouhalová, M. (2017). Influence of casting speed on centerline porosity formation in continuously cast round steel billets. Paper presented at the METAL 2017 – 26th International Conference on Metallurgy and Materials, Conference Proceedings, 235–240.
- Mendes Filho, A. de A., Prados, E. F., Valio, G. T., Rubert, J. B., Sordi, V. L., Ferrante, M. (2011). Severe plastic deformation by equal channel angular pressing: product quality and operational details. *Materials Research*, 14 (3), 335–339. doi: <https://doi.org/10.1590/s1516-14392011005000045>
- Furukawa, M., Horita, Z., Nemoto, M., Langdon, T. G. (2002). The use of severe plastic deformation for microstructural control. *Materials Science and Engineering: A*, 324 (1-2), 82–89. doi: [https://doi.org/10.1016/s0921-5093\(01\)01288-6](https://doi.org/10.1016/s0921-5093(01)01288-6)
- Langdon, T. G. (2006). The characteristics of grain refinement in materials processed by severe plastic deformation. *Reviews on advanced materials science*, 13, 6–14.
- Horita, Z. (Ed.) (2005). *Nanomaterials by Severe Plastic Deformation*. Trans Tech Publications Ltd.
- Estrin, Y., Maier, H. J. (Eds.) (2008). *Nanomaterials by Severe Plastic Deformation*. Trans Tech Publications Ltd.
- Galkin, S. P. (2008). Traektorno-skorostnyye osobennosti radial'no-sdviigovoy i vintovoy prokatki. *Sovremennyye problemy metallurgii*, 11, 26–33.
- Galkin, S. P., Mihaylov, V. K., Romanenko, V. P. et. al. (2001). *Vo-prosy teorii radial'no-sdviigovoy prokatki sortovogo metalla. Proizvodstvo prokata*, 7, 23–28.
- Haritonov, E. A., Rozhdstvenskiy, V. V., Skryabin, E. A., Kurochkin, L. G. (2001). Vnedrenie tehnologii i oborudovaniya dlya proizvodstva prutkov otvetstvennogo naznacheniya s primeneni-em stanov radial'no-sdviigovoy prokatki. *Proizvodstvo prokata*, 7, 28–32.
- Yoon, S. C., Jang, Y. S., Kim, H. S. (2006). Plastic Deformation of Metallic Materials during Twist Extrusion Processing. *Korean Journal of Metals and Materials*, 44 (7), 480–484.
- Mashekov, S. A., Nugman, E. Z., Alshynova, A. M. et. al. (2013). Pat. RK No. 27722. *Ustroystvo dlya nepreryvnogo pressovaniya press-izdelya*. published: 18.12.2013, Bul. No. 12.
- Alkorta, J., Gil Sevillano, J. (2003). A comparison of FEM and upper-bound type analysis of equal-channel angular pressing (ECAP). *Journal of Materials Processing Technology*, 141 (3), 313–318. doi: [https://doi.org/10.1016/s0924-0136\(03\)00282-6](https://doi.org/10.1016/s0924-0136(03)00282-6)
- Mashekov, S. A., Nurtazaev, A. E., Nugman, E. Z., Absadykov, B. N., Mashekov, A. S. (2018). Simulation of Bending of Heavy-Duty Components of Stands in a Five-Stand Longitudinal-Wedge Mill. *Metallurgist*, 62 (1-2), 101–110. doi: <https://doi.org/10.1007/s11015-018-0631-0>
- Orlov, G. A. (2016). *Osnovy teorii prokatki i volocheniya trub*. Ekaterinburg, 204.
- Tamila, V. A. (2016). Power parameters of the process of end forming of thick walled tubes. *Lit'e i Metallurgiya*, 4 (85), 66–72.
- Zyuzin, V. I. (2002). Resursoberegayushchie tehnologii pri proizvodstve provoloki. *Byulleten' «Chernaya metallurgiya»*, 7, 52–53.
- Kharitonov, V. A., Usanov, M. Yu. (2017). The Improvement in the Methodology for the Calculation of the Drawing Sequences for the High carbon Steels. *Ferrous Metallurgy. Bulletin of Scientific, Technical and Economic Information*, 8, 92–96.
- Dovzhenko, N. N., Dovzhenko, I. N., Sidel'nikov, S. B. (2006). *Energosilovye parametry protsesssa sovmeshchennoy prokatki-pressovaniya. Vestnik Magnitogorskogo gosudarstvennogo tehnikeskogo universiteta im. G.I. Nosova*, 4, 54–61.
- Tartakovskiy, I. K. (2009). Nekotorye voprosy proektirovaniya stanov dlya proizvodstva goryachekatanyh besshovnykh trub. *Proizvodstvo prokata*, 5, 22–28.

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.209052
A STUDY OF FIBRE BUNDLES' FORMATION
REGULARITIES DURING THE IMPACT
INTERACTION OF SPIKES WITH RAW COTTON
PARTICLES (p. 72–79)

Fazil Veliev

Azerbaijan State University
of Economics (UNEC), Baku, Azerbaijan

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2607-2091>

The article describes a study of the dynamics of interacting between loosening roller spikes and particles of raw cotton as well as the conditions for the raw cotton particles' bundling. The process of movement of raw cotton particles was considered on the mesh surface of a fine impurity cleaner; a search was made for ways to intensify the process and to increase its stability.

The conditions for imparting a rotational motion to the flyer were determined when the flyer was connected with the supplied layer of raw cotton. Turning the flyer against the axis will twist the fibre bundle that binds the particle to the rest of the cotton mass, and this is a prerequisite for the fibre to bundle. The value of the twist angle will depend on both the frictional force and the time of the force action, which together determine the energy spent on twisting.

By piecewise linearization of the $P(t)$ curve, the processes of shock loading and unloading of the flyer during interaction with the spike are described in good agreement with the experimental oscillograms of the process.

The eccentric interaction of the spike with a particle of raw cotton was considered. The relationship of this interaction with the formation of soft defects in the fibre – bundles – was proven experimentally and theoretically. It is recommended to install spike rollers having a flat front face in the system of raw cotton pre-cleaning. The use of spikes of this shape of the front edge ensures a steady reduction in the number of bundles in the raw cotton fibre, which increases the quality of the fibre and reduces the amount of defects and impurities.

As a result of the experimental and theoretical studies, data have been obtained to make it possible to organise the efficient operation of cleaning machines in the cotton ginning industry.

Keywords: fine impurity cleaner, feed rollers, spike rollers, blade, number of bundles.

References

- Nesterov, G. P., Borodin, P. N., Belyalov, R. F. (1978). Novaya potochnaya liniya sushki i ochistki hlopka-syrtsa. Hlopkovaya prom'shennost', 1, 2–4.
- Rudovsky, P. H., Nuriyev, M. N., Recebov, I. S. (2019). Preparation of Flax Roving for Spinning in Electro-Chemical Activated Solutions. *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, 27 (6 (138)), 34–38. doi: <https://doi.org/10.5604/01.3001.0013.4465>
- Günaydin, G. K., Soydan, A. S., Palamutçu, S. (2018). Evaluation of Cotton Fibre Properties in Compact Yarn Spinning Processes and Investigation of Fibre and Yarn Properties. *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, 26 (3 (129)), 23–34. doi: <https://doi.org/10.5604/01.3001.0011.7299>
- Sapon, A. L., Samandarov, S. A., Libster, S. L. (1977). Potochnaya liniya pervichnoy pererabotki hlopka-syrtsa PLPH. Hlopkovaya prom'shennost', 3, 1–3.
- Korabel'nikov, R. V., Ibrogimov, H. I. (2008). Kompleksnyy pokazatel' vozdeystviya ochistitelya hlopka na hlopk-syrets v protsesse ochistki. *Tehnologiya tekstil'noy prom'shennosti*, 3, 35–38.
- William, Y. M., Stedronsky, L. V. (1999). Effect of variations in design of gin-saw teeth on lint quality u ginning efficiency. Washington, D. C., 25.
- Ibrogimov, H. I., Korabel'nikov, R. V. (2008). Modelirovanie protsesssa razrezheniya sloya hlopka-syrtsa v pitatelle ochistitelya melkogo sora. *Izv. VUZov. Tehnologiya tekstil'noy prom'shennosti*, 4, 34–38.
- Shaw, G. S., Franks, S. N. (1994). Cleaning and extracting. Hand book for cotton Gunners. Washington, 28–32.
- Matusiak, M., Walawska, A. (2010). Important Aspects of Cotton Colour Measurement. *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*, 18 (3 (80)), 17–23.
- Veliev, F. (2019). Construction of a theoretical method for evaluating the kinematic and geometric parameters of loosening rollers in the cleaners of raw cotton from large impurities. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (7 (102)), 71–79. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.183864>
- Nuriyev, M. N., Seydaliyev, I. M. (2018). Development of methods to control quality of the structure of cross-wound packages. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (1 (95)), 61–70. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.143825>
- Anan'ev, I. V. (1996). *Spravochnik po raschetu sobstvennyh kolebaniy uprugih sistem*. Moscow, 276.

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.208798
DEFINING TECHNOLOGICAL FEATURES IN
THE MANUFACTURE OF SEMI-HARD BOOK
COVERS (p. 80–90)

Oleksandr Paliukh

National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5673-9395>

Petro Kyrychok

National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9135-1006>

Ruslan Trishchuk

National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6286-8345>

Maxym Korobka

National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8520-9935>

Yevhenii Dziadyk

National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6771-7204>

An experimentally determined list of the required and sufficient technological operations to produce semi-hard book covers has been proposed, with the calculated contour and structural design, which implies strict tolerances in the deviations from a rectangular planar geometry.

It has been proven that the main features in the modeling and manufacturing of covers affect the conditions for ensuring tolerances, as well as stable circulation quantity. They imply that the edges and flaps as the additional structural elements of the covers form, after folding and gluing to the main part, a double composite structure.

Due to this, there are no laps in the joints of edges and flaps, so the plane of the inner part of the covers acquires a flat shape, without defective contours. Therefore, one can argue that the parallel deviation of the outer contours of semi-hard covers from a rectangular design will not exceed the ranges for bookbinding divided into groups based on quality indicators.

It should be particularly noted that the conditions for providing tolerances, circularity stability, as well as the composite structure of semi-hard covers, are influenced by the roller-roll mechanisms, which perform their rotary pressing and high-speed coordinated transportation during manufacturing.

The current study into the effect exerted by the plastic deformation has established the mechanisms of the process of improving a cylindrical surface of the rotary-pressing rollers. It has been proven that they imply the formation of a completely regular microrelief of the hexagonal type with a concave shape and a partly regular microrelief, in the form of the flat-parallel slotted recesses arranged at an angle to the central axis of the rollers. As well as the application of technology of the ionic nitriding of the obtained microrelief in the plasma of the helicon discharge.

The final stage of strengthening a near-surface layer of the rollers with ionic nitriding in the plasma of the helicon discharge captures the maximum level of the increased durability of the near-surface layer. It fluctuates in the range of the ratio of the plane onto which a regular microrelief is partially applied to the general plane of the roller's surface.

Keywords: composite structure, strengthening treatment, cylindrical surfaces, slotted recesses, microrelief.

References

- Tatarinova, L. (2020). Some trends in the development of book printing in the leading countries of the world. Available at: <http://upba.org.ua/index.php/uk/zakonodavstvo/knyzhkova-palata/item/121-deiaki-tendentsii>
- VAT/GST on Books & E-books. An IPA/FEP Global Special Report (2015). Available at: <https://www.internationalpublishers.org/images/VAT2015.pdf>
- Martyniuk, M. S., Havenko, S. F., Kulik, L. Y. (1998). Pat. No. 32803 UA. Book-and-magazine cover and method for its manufacture. No. 98042120; declared: 28.04.1998; published: 15.02.2001, Bul. No. 1.
- Kyrychok, P. O., Paliukh, O. O. (2018). Pat. No. 119418 UA. Prystryi dlia vysikannia rozghortok iz paperu ta kartonu knyzhkovykh obkladynok i paliturok odnogo knyzhkovoho formatu. No. a201805409; declared: 16.05.2018; published: 10.06.2019, Bul. No. 11.
- Rudawska, A. (2019). Bonding technology. Surface Treatment in Bonding Technology, 7–46. doi: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-817010-6.00002-3>
- Starchenko, O. P., Marchenko, I. V. (2016). Influence of Heterogeneous Structure of Material Surfaces on Adhesion Quality in Finishing Processes Technology. Technology and Technique of Typography, 3 (53), 26–34. doi: [https://doi.org/10.20535/2077-7264.3\(53\).2016.73162](https://doi.org/10.20535/2077-7264.3(53).2016.73162)
- Chen, K.-N. (2019). Polymer Adhesive Bonding. Encyclopedia of Packaging Materials, Processes, and Mechanics, 1–13. doi: https://doi.org/10.1142/9789811209680_0001
- Kyrychok, P., Paliukh, O. (2020). Simulation of Deformation of the Adhesive Layer of the Spine of the Book Back of the Thread-Stitched Book Block. Mechanics, 26 (2), 114–119. doi: <https://doi.org/10.5755/j01.mech.26.2.25854>
- Havenko, S., Korobchynskyi, M., Yordan, H., Kadyliak, M., Bernatsek, V. (2017). Effect of microwave drying of the spines of book blocks on the quality of printed materials. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6 (1 (90)), 68–79. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.118006>
- Zaydes, S. A. (2018). New surface plastic deformation techniques in the manufacture of machine parts. Vestnik of Novosibirsk State Technical University, 16 (3), 129–139. doi: <https://doi.org/10.18503/1995-2732-2018-16-3-129-139>
- Zaides, S., Nguyen Van, H. (2017). Oscillating burnishing parameters effect on hardened surface roughness. Proceedings of Irkutsk State Technical University, 21 (4), 22–29. doi: <https://doi.org/10.21285/1814-3520-2017-4-22-29>
- Oteniy, Ya. N., Privalov, N. I., Shchegolev, N. G., Murav'ev, O. P., Tkacheva, Yu. O. (2016). Osobennosti formirovaniya glubiny uprochneniya pri obrabotke detaley poverhnostnym plasticheskim deformirovaniem. Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovaniy, 12, 452–455. Available at: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=10860>
- Kuritsyna, V. V., Martyniuk, A. V., Grachev, M. V. (2014). Directed surface plastic deformation in the system of control of pneumatic hydro-aggregates precision part shape. Izvestiya Moskovskogo gosudarstvennogo tehnikeskogo universiteta MAMI, 2 (2 (20)), 55–63.
- Lihobabina, N. V., Korolev, A. A. (2008). Surfaces hardening by diamond burnishing. Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo tehnikeskogo universiteta, 1 (1).
- Wang, Z. B., Lu, J., Lu, K. (2006). Wear and corrosion properties of a low carbon steel processed by means of SMAT followed by lower temperature chromizing treatment. Surface and Coatings Technology, 201 (6), 2796–2801. doi: <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2006.05.019>
- Rudenko, E. M., Panarin, V. Y., Kyrychok, P. O., Svalilnyi, M. Y. et al. (2018). Hardening of a Surface of Steel 45 by the Ion Nitridation in a Helicon Discharge. Metallofizika i noveishie tekhnologii, 40 (8), 993–1004. doi: <https://doi.org/10.15407/mfint.40.08.0993>
- Martyniuk, M. S., Yakutsevych, S. Ya. (2003). Rozroblennia konstruktivnykh knyzhkovykh oprav. Naukovi zapysky, 6, 65–67.
- Paliukh, O. O. (2018). Experimental Determination of Technological Features of Production of Semi-Rigid Book-Magazine Cover. Technology and Technique of Typography, 2 (60), 22–32. doi: [https://doi.org/10.20535/2077-7264.2\(60\).2018.145378](https://doi.org/10.20535/2077-7264.2(60).2018.145378)
- Zyhulia, S., Barauskiene, O. (2019). Effect of the integrated treatment on the manufacturing of printing cylinders. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3 (12 (99)), 22–28. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.171808>
- Rudenko, E. M., Panarin, V. Y., Kyrychok, P. O., Svalilnyi, M. Y., Korotash, I. V., Palyukh, O. O. et al. (2019). Nitriding in a Helicon Discharge as a Promising Technique for Changing the Surface Properties of Steel Parts. Uspehi Fiziki Metallov, 20 (3), 485–501. doi: <https://doi.org/10.15407/ufm.20.03.485>

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.209130
DESIGNING A NEW WOOD-COMPOSITE MATERIAL
MADE FROM LOGGING WASTE (p. 91–97)

Olena Pinchevska

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8123-5490>

Yurii Lakyda

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7702-8891>

Olha Baranova

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7022-8487>

Mykhailo Biletskyi

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5156-2976>

Valentin Holovach

Ukrainian State Research Institute «Resource», Kyiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8215-5978>

Rostyslav Oliinyk

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8675-7009>

Andrii Yeroshenko

Chernihiv National University of Technology, Chernihiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1629-9516>

This study has confirmed the possibilities of using logging waste for the production of wood-composite material. The raw material for its manufacturing is the wood weaving made by flattening branches. An experimental study into the physical, mechanical, and technological properties of the wood-composite material made from the poplar branches has made it possible to determine its rational structure and the type of a binder. It has been established that ensuring the flat shape of the material requires that it should be formed of three mutually perpendicular layers. It is advisable to use urea formaldehyde resin as a binder for plates that are not exposed to the impact and static loads and are used indoors. When the material is to be applied under conditions of elevated loads and in places with high humidity, phenol-formaldehyde resin should be used. The rational pressing schedule parameters have been defined: temperature, $t=180\text{ }^{\circ}\text{C}$; pressure, $p=8\text{ MPa}$; holding time, $\tau=7\text{ min.}$, at which one can achieve a minimum deformation of plates after pressing. It has been proven that under these schedule parameters the holding time for the new wood-composite material to achieve the shape stabilization is also minimal; it is seven days. It has been determined that the new wood-composite material possesses the physical and mechanical properties similar to those of the OSB panels.

Keywords: wood-composite materials, logging waste, poplar branches, pressing schedule, shape stabilization time.

References

1. Skliar, D., Smirdriakova, M., Sedliacik, J. (2017). Selected physical and mechanical properties of plywood faced with wood slices. *Acta Facultatis Xylogologiae*, 59 (1), 97–105. doi: <http://doi.org/10.17423/afx.2017.59.1.09>
2. Aydin, I., Demirkir, C., Colak, S., Colakoglu, G. (2016). Utilization of bark flours as additive in plywood manufacturing. *European Journal of Wood and Wood Products*, 75 (1), 63–69. doi: <https://doi.org/10.1007/s00107-016-1096-0>
3. Bekhta, P., Ortynska, G., Sedliacik, J. (2014). Properties of Modified Phenol-Formaldehyde Adhesive for Plywood Panels Manufactured from High Moisture Content Veneer. *Drvna Industrija*, 65 (4), 293–301. doi: <https://doi.org/10.5552/drind.2014.1350>
4. Nam, S., Netravali, A. N. (2006). Green composites. II. Environment-friendly, biodegradable composites using ramie fibers and soy protein concentrate (SPC) resin. *Fibers and Polymers*, 7 (4), 380–388. doi: <https://doi.org/10.1007/bf02875770>
5. Konnerth, J., Hahn, G., Gindl, W. (2009). Feasibility of particle board production using bone glue. *European Journal of Wood and Wood Products*, 67 (2), 243–245. doi: <https://doi.org/10.1007/s00107-009-0307-3>
6. Kusumah, S. S., Arinana, A., Hadi, Y. S., Guswenrivo, I., Yoshimura, T., Umemura, K., Tanaka, S., Kanayama, K. (2017). Utilization of Sweet Sorghum Bagasse and Citric Acid in the Manufacturing of Particleboard. III: Influence of Adding Sucrose on the Properties of Particleboard. *BioResources*, 12 (4), 7498–7514.
7. Voitovych, I. H. (2010). *Osnovy tekhnolohiyi vyrobiv z derevyny*. Lviv: Nats. lisotekhn. un-t Ukrainy, 304.
8. Migneault, S., Koubaa, A., Erchiqui, F., Chaala, A., Englund, K., Wolcott, M. P. (2009). Effects of processing method and fiber size on the structure and properties of wood-plastic composites. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 40 (1), 80–85. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2008.10.004>
9. Madyan, O. A., Wang, Y., Corker, J., Zhou, Y., Du, G., Fan, M. (2020). Classification of wood fibre geometry and its behaviour in wood poly(lactic acid) composites. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 133, 105871. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2020.105871>
10. BS EN 300:2006. Oriented strand boards (OSB). Definitions, classification and specification.
11. Ashori, A., Sheshmani, S. (2010). Hybrid composites made from recycled materials: Moisture absorption and thickness swelling behavior. *Bioresource Technology*, 101 (12), 4717–4720. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.01.060>
12. Annienkov, V. F., Hroshev, Yu. M. (1998). *Povnotsinnyi zaminyk naturalnoi derevyny*. *Svit mebliv ta paperu*, 1, 10–15.
13. Pinchevska, O., Lakyda, Y. (2013). On importance of characteristics of wood component of composition materials. *Adhesives in wood-working industry: XXI Symposium*, 178–181.
14. BS EN 323:1993. Wood-based panels. Determination of density.
15. BS EN 317:1993. Particleboards and fibreboards. Determination of swelling in thickness after immersion in water.
16. BS EN 310:1993. Wood-based panels. Determination of modulus of elasticity in bending and of bending strength.
17. Pizhurin, A. A., Rozenblit, M. S. (1984). *Issledovaniya protsessov derevoobrabotki*. Moscow: Lesnaya prom-st', 232.
18. Kollmann, F. F. P., Kuenzi, E. W., Stamm, A. J. (1975). *Principles of Wood Science and Technology. II Wood Based Materials*. Springer. doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-87931-9>

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.208639**SELECTING THE MUTUAL ARRANGEMENT OF THE ENGINE AND WING IN A TRANSPORT AIRCRAFT FOR SHORT TAKE-OFF AND LANDING (p. 6–16)****V. Kudryavtsev, B. Strigun, V. Shmyrov, V. Loginov**

Для збереження конкурентоспроможних переваг середнього транспортного літака короткого злету та посадки необхідно вирішити задачу забезпечення злету та посадки на ґрунтові злітно-посадкові смуги довжиною 600–800 метрів при установленні турбореактивних двигунів.

У разі розташування двигунів на пілонах під крилом це досягається за рахунок застосування «силового» повороту реактивного струменю двигунів при випусканні закрилків на кут 60° . Виконано пошук взаємного розташування крила та двигуна по його висоті, по положенню відносно будівельної площини крила та кута установлення. Визначено взаємне розташування, яке дозволяє максимально збільшити підйомну силу завдяки повороту реактивного струменю. Показано, що при цьому досягається безвідривне обтікання секції закрилку при його відхиленні на кут 60° .

Виконано аналіз температурного впливу реактивного струменю на механізацію та крило літака на етапах злету та посадки при різному положенні двигунів під крилом, на різних швидкостях польоту та кутах атаки. Проаналізовано вплив механізації на розподіл швидкостей та температур реактивного струменю. Показано, що зменшення відстані між соплом двигуна та нижньою поверхнею крила приведе до збільшення кута відхилення реактивного струменю. Визначено зони хвостової ланки закрилка, які потребують спеціального виконання для роботи при температурах понад 400°C .

Проведено аналіз впливу реактивного струменю на лобовий опір літака у крейсерській конфігурації, а також схеми розміщення двигуна на електрозалежні системи літака. Показано відсутність впливу реактивного струменю на лобовий опір літака в крейсерській конфігурації, зниженню витрат палива на крейсерських режимах, а також сприятливий вплив на електрозалежні системи завдяки значному зниженню газодинамічних втрат по тракту силової установки.

Запропоновано способи реалізації модернізації транспортного літака типу Ан-70 з метою забезпечення його переваг у своєму класі.

Ключові слова: транспортний літак, турбореактивний двигун, поворот реактивного струменю, короткий злет.

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.209108**DEVELOPMENT OF A TECHNIQUE FOR THE GEOMETRICAL MODELING OF CONJUGATED SURFACES WHEN DETERMINING THE GEOMETRICAL PARAMETERS OF AN ENGAGEMENT SURFACE CONTACT IN KINEMATIC PAIRS (p. 17–22)****N. Ismailova, V. Bogach, B. Lebediev**

Викладається спосіб побудови геометричної форми поверхні контакту взаємодіючих спряжених елементів машин із застосуванням комп'ютерних технологій. Розроблена підпрограма в системі MATLAB.

Комплексне рішення таких завдань є певною науковою проблемою і має велике значення при проектуванні кінематичних пар в машинобудуванні. Основним системним недоліком створення складних механізмів є те, що при проектуванні не враховуються геометричні характеристики контактної просторової поверхні зачеплення в гвинтових кінематичних парах. Внаслідок цього при виготовленні кінематичної пари в традиційно спроектованих конструктивних елементах виникають дефекти, що скорочують термін їх функціонування. Рішення поставленої задачі дозволить скоротити термін проектування зубчастого зачеплення і різального інструменту, що забезпечить необхідну розрахунково-графічну точність, та ефективно сприяє виготовленню деталей.

Вивчення діючих методик проектування гвинтових спряжених поверхонь дозволило відмітити їх незадовільну відповідність сучасним конструктивним вимогам. Тому для виготовлення кінематичної гвинтової пари з технологічною точністю задаються криволінійні форми контактної просторової поверхні зачеплення з наперед заданими умовами.

Запропонований геометричний спосіб визначення форми контактної просторової поверхні кінематичних пар зубчастого зачеплення і різального інструменту дозволить проектувати і виготовляти з необхідною точністю деталі і механізми.

Ключові слова: кінематичний метод, геометрична модель, різальний інструмент, зв'язані поверхні, контактна просторова поверхня, форма контакту, зубчасте зачеплення, геометричні параметри гвинтове проектування, кругове проектування.

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.208957**DETERMINING EFFICIENT OPERATING MODES AND SIZES OF BLADES FOR MULTI-SCRAPER TRENCH EXCAVATORS (p. 23–28)****S. Kravets, V. Suponyev, A. Goponov, S. Kovalevskiy, A. Koval**

Наведені результати наукових досліджень націлені на підвищення продуктивності створення траншей для прокладання інженерних комунікацій за рахунок використання нових менш енергоємних технологій розробки ґрунту робочим обладнанням багатоскребок-ових екскаваторів.

В основі запропонованого методу визначення ефективних режимів роботи екскаваторів при копанні траншеї покладено уявлення про різання ґрунту різцями на рівні критичної глибини, яка гарантує споживання мінімальної питомої енергії та максимальну про-

дуктивність машини. Це стає можливим, якщо робота таких різців буде забезпечена абсолютними значеннями та співвідношенням швидкостей різання та подачі робочого органу в забій.

Для визначення ефективних режимів скребоквих екскаваторів та розмірів його крайніх бокових різців було встановлено умови його ефективного розвантаження та визначено закономірності зміни шляху переміщення ґрунту по поверхні розвантажувальних скребків від часу розвантаження. З цією ж ціллю було визначено залежності швидкості блокованого різання від ширини траншеї та встановлено технічну продуктивність екскаватора на основі визначення виносної здатності ґрунту однією групою різців. Встановлено, що час розвантаження ґрунту із скребків практично не залежить від їх кутової швидкості в межах її зміни в зоні розвантаження. На цій основі визначена максимальна кутова швидкість скребків. Визначені показники пов'язані з шириною крайніх бокових різців, що здійснюють асиметричне блоковане різання, розміри яких було встановлено розрахунками.

Отримані ефективні режими роботи скребоквих траншейних екскаваторів та розміри їх крайніх бічних різців дозволяють розробити практичні рекомендації по вдосконаленню робочого обладнання екскаваторів даного типу.

Ключові слова: копання траншеї, траншейний екскаватор, скребоквий екскаватор, скребок, різець, критична глибина, різання ґрунту.

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.208640

PATTERNS OF INFLUENCE EXERTED BY THE SIDE WALLS OF A VIBRATORY SIEVE ON THE MOTION OF A LOOSE MIXTURE FLOW (p. 29–38)

M. Piven, A. Spolnik, T. Sychova, A. Piven

Досліджено вплив бокових стінок віброрешета на рух потоку сипкої суміші. Встановлені закономірності параметрів руху потоку від висоти стінок, опору їх поверхонь, довжини та відстані між ними. Визначена умова виникнення, ступінь, характер та зона впливу бокових стінок на рух суміші на всій площі решета.

Збільшення висоти стінок, довжини та опору їх поверхонь збільшує поверхневу щільність та зменшує поздовжню швидкість суміші біля пристінкової зони, викликає появу поперечної складової швидкості та нерівномірний розподіл питомого завантаження решета. Для сталих параметрів стінки існує граничне значення відстані між ними, при якому пристінкові ділянки нерівномірного завантаження починають взаємодіяти між собою, посилюючи свій вплив на потік. Утворюються різні за величиною відхилень і площею ділянки недовантаження і перевантаження решета. Площа нерівномірного завантаження досягає 83 % площі решета, а величина відхилень питомого завантаження 26 %.

Умовою виникнення впливу бокових стінок на потік є перевищення мінімальних значень параметрів: висоти стінки $h > 4 \cdot 10^{-3}$ м; опору поверхні стінки $C_z > 2$ кг/м²·с; довжини стінки $l > 0,5$ м. Вплив бокових стінок приводить до утворення біля пристінкової зони ділянок недовантаження та перевантаження решета, які однакові за величиною відхилень та площею. Величина зони впливу стінки збільшується з довжиною решета та має форму прямокутного трикутника.

Для зменшення впливу бокових стінок необхідно зменшувати опір їхніх поверхонь, довжину решета та збільшувати його ширину, уникати граничної відстані між стінками та одночасного збільшення їхніх параметрів. Закономірності впливу бокових стінок є основою удосконалення віброрешетних сепараторів та обґрунтування режимів їх роботи.

Ключові слова: вплив бокових стінок, рух потоку суміші, відстань між стінками, питома завантаження решета.

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.209050

ESTABLISHING THE EFFECT OF DECREASED POWER INTENSITY OF SELF-OSCILLATORY GRINDING IN A TUMBLING MILL WHEN THE CRUSHED MATERIAL CONTENT IN THE INTRA-CHAMBER FILL IS REDUCED (p. 39–48)

K. Deineka, Yu. Naumenko

Оцінено вплив вмісту подрібнюваного матеріалу у внутрішньокамерному молотильному завантаженні на ефективність автоколивного процесу подрібнення в барабанному млині.

Методом візуального аналізу картин руху встановлено динамічний ефект суттєвого зниження автоколивної дії двофракційного завантаження обертової камери зі збільшенням вмісту дрібної фракції. Виявлено спадання значень інерційних параметрів завантаження: максимальної дилатансії v_{max} , відносного розмаху автоколивань ψ_{Rv} та максимальної частки активної частини $\kappa_{fam\ max}$, при зростанні ступеня заповнення проміжків між частинками крупної фракції частинками дрібної фракції κ_{mbgr} . Встановлено також спадання узагальненого комплексного ступеня динамічної активації K_a . Прояв ефекту зумовлено посиленням зв'язних властивостей незв'язної крупної фракції під впливом дрібної фракції. Виявлено зниження v_{max} на 29 %, ψ_{Rv} – на 7 %, $\kappa_{fam\ max}$ – у 2,9 рази та K_a – у 4,2 рази, зі збільшенням κ_{mbgr} від 0 до 1 при ступені заповнення камери завантаженням $\kappa_{br}=0,45$.

Встановлено технологічний ефект суттєвого спадання питомої енергоємності та зростання продуктивності інноваційного автоколивного процесу подрібнення, порівняно із характеристиками традиційного усталеного процесу, зі зменшенням вмісту подрібнюваного матеріалу у завантаженні.

Було розглянуто процес помелу цементного клінкера молотильними тілами із відносним розміром 0,026 при $\kappa_{br}=0,45$. Виявлено зниження питомої енергоємності на 27 % при $\kappa_{mbgr}=1$, на 38 % при $\kappa_{mbgr}=0,5625$ та на 44 % при $\kappa_{mbgr}=0$. Встановлено підвищення відносної продуктивності на 7 % при $\kappa_{mbgr}=1$, на 26 % при $\kappa_{mbgr}=0,5625$ та на 39 % при $\kappa_{mbgr}=0,125$.

Встановлені ефекти дозволяють прогнозувати раціональні параметри автоколивного процесу подрібнення в барабанному млині при варіації вмісту подрібнюваного матеріалу у завантаженні

Ключові слова: барабанний млин, вміст подрібнюваного матеріалу у внутрішньокамерному завантаженні, автоколивання, енергоємність подрібнення

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.208579**DEVELOPMENT OF THE SINGLE-SETUP MILLING PROCESS MODEL OF THE SHAFT SUPPORT NECKS AND CAMS (p. 48–54)****V. Kalchenko, V. Kalchenko, N. Sira, O. Kalchenko, D. Kalchenko, V. Vynnyk, V. Morochko**

Запропоновано тривимірне геометричне моделювання процесів зняття припуску та формоутворення опорних шийок та кулачків розподільних валів при фрезеруванні зі схрещеними осями інструмента та деталі. Фрезерування розподільних валів, які широко використовуються в автомобілебудуванні, тракторобудуванні, суднобудуванні та інших галузях промисловості, здійснюється за один установ фрезою зі схрещеними осями її та деталі. Величина кута повороту фрези вибирається із умови забезпечення необхідної шорсткості обробленої поверхні і регулюється подачею. При цьому висока продуктивність обробки забезпечується збільшенням частоти обертання розподільного валу. Розроблено спосіб фрезерування опорних шийок та кулачків, де обробка ведеться фрезою, висота якої менша довжин оброблюваних поверхонь. При обробці на прохід основний припуск знімається торцем чотиригранної чорнової твердосплавної пластинки, а чистова обробка здійснюється розвантаженою периферією чистової пластинки із металокераміки. Такий розподіл припуску підвищує продуктивність та точність обробки, а можливість повороту чорнової пластинки забезпечує економію матеріалу і знижує собівартість обробки. В процесі фрезерування криволінійної поверхні кулачка розподільного валу глибина врізання вздовж оброблюваного профілю завжди більше величини припуску, що знімається. Це стає причиною зниження точності та продуктивності обробки. З метою виключення вказаної проблеми пропонується стабілізувати глибину різання і подачу вздовж контуру при нерівномірному обертанні деталі. Рівномірність глибини різання та подачі вздовж криволінійного контуру кулачка досягається одночасним вертикальним і поперечним переміщеннями фрези та нерівномірним обертанням розподільного валу. При фрезеруванні криволінійної поверхні кулачка, центр якої не збігається з центром розподільного валу, здійснюється нерівномірне обертання останнього та синхронні вертикальне і поперечне переміщення фрези. При обробці ділянки кулачка, центр якої збігається з центром розподільного валу, фрези надається лише обертання.

Ключові слова: фрезерування розподільних валів, схрещені осі, кулачки розподільних валів, опорні шийки.

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.203988**PREDICTING THE SHAPE FORMATION OF HOLLOW PARTS WITH A FLANGE IN THE PROCESS OF COMBINED RADIAL-REVERSE EXTRUSION (p. 55–62)****N. Hrudkina, L. Aliieva, O. Markov, I. Marchenko, A. Shapoval, P. Abhari, M. Kordenko**

При моделювання процесу комбінованого радіально-зворотного видавлювання порожнистих деталей з фланцем виділено дві принципово різні за набором складових кінематичних модулів розрахункові схеми CDZ-1.і та CDZ-2.j із урахуванням можливої форми межі розподілу течії металу всередині заготовки. Співставлення залежностей оптимальної відносної швидкості витікання металу у зворотному напрямку для різних схем вказує на істотні відмінності отриманих значень за ходом процесу деформування. Актуальність дослідження ґрунтовано на забезпеченні спрощення оцінки використання процесу комбінованого видавлювання для отримання порожнистих деталей з фланцем із дотриманням необхідних розмірів у порівнянні з використанням простих схем деформування. Виявлено недостатню вивченість технологій впровадження комбінованих схем видавлювання та брак технологічних рекомендацій щодо визначення силового режиму та формоутворення напівфабрикату. Проведено дослідження процесу комбінованого видавлювання порожнистих деталей з фланцем із відокремленням різних типів за характером течії металу в залежності від геометричних співвідношень процесу деформування. Отримано експериментальні дані щодо поетапного формозмінення напівфабрикату в процесі деформування за різних геометричних співвідношень. Визначено межі використання розрахункових схем процесу для отримання даних щодо приростів напівфабрикату, в тому числі з точки зору прогнозування утягнення в донній частині. Умовою вибору відповідної схеми слід вважати умову мінімального значення величини приведенного тиску деформування $\bar{p}_i < \bar{p}_j$. Отримані рекомендації спрощують прогнозування формоутворення та силового режиму видавлювання (відхилення від експериментально отриманих даних вдається знизити до 10 %), що сприятиме оцінці раціональності використання процесів комбінованого видавлювання із забезпеченням необхідних розмірів деталі.

Ключові слова: енергетичний метод, комбіноване видавлювання, деталі з фланцем, формоутворення, процес деформування.

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.209116**IDENTIFICATION OF REGULARITIES OF CHANGES IN ENERGY-POWER PARAMETERS DEPENDING ON THE DESIGN OF THE ROLLER NODE OF A NEW RADIAL-SHEAR MILL BY COMPUTER SIMULATION (p. 63–71)****S. Mashekov, A. Nurtazayev, A. Masheкова, Y. Nugman, U. Angarbekov**

Авторами запропонований радіально-зсувний стан (РЗС) нової конструкції, що дозволяє прокаткою або прокаткою-пресуванням отримувати прутки і дроти високої якості. Викладено методику комп'ютерного моделювання енергосилових параметрів пресування прутків на РЗС нової конструкції. Наведено математичні залежності та алгоритм розрахунку, що дозволяють провести розрахунок енергосилових параметрів суміщеного процесу виготовлення прутків при заданому рівні технологічних параметрів. На підставі результатів аналітичних досліджень і комп'ютерного моделювання проаналізовано енергосилові параметри і встановлено закономірності їх зміни при отриманні довгомірних напівфабрикатів круглого поперечного перерізу з кольорових металів

з використанням нового способу суміщеної прокатки і пресування. Показано, що не залежно від марки сплаву при прокатці заготовок на новому РЗС з гладкими валками зусилля деформації за величиною більше, в порівнянні з прокаткою в гвинтоподібних валках. Встановлено, що, в порівнянні з прокаткою прутків в гладких і гвинтоподібних валках, обробка їх поєднаним процесом прокатка-пресування призводить до підвищення зусилля деформування сплавів М1 і Д16, відповідно, у 1,1–1,15 і 1,15–1,3 рази. Показано, що при деформації прутків на новому РЗС, за рахунок управління траєкторіями течії металу в осередку деформації, можна домогтися інтенсивного подрібнення структури металу. Встановлено, що при пресуванні прутків на новому РЗС відбувається підвищення температури заготовки до 420 °С, що призводить до різкого зниження зусилля, необхідного для деформації. Адекватність моделей доведена порівнянням розрахункових значень силових параметрів пресування, отриманих інженерної методикою і комп'ютерним моделюванням.

Ключові слова: потужність електродвигуна, гладкий валок, зусилля прокатки, момент прокатки, радіально-зсувний стан, пруток, енергосилові параметри, гвинтоподібний валок.

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.209052

A STUDY OF FIBRE BUNDLES' FORMATION REGULARITIES DURING THE IMPACT INTERACTION OF SPIKES WITH RAW COTTON PARTICLES (p. 72–79)

F. Veliev

Вивчено динаміку взаємодії кілків розпушувального барабана з частинками бавовни-сирцю й умови джгутування частинок бавовни-сирцю. Проведено дослідження процесу руху частинок бавовни-сирцю з сітчастою поверхнею очищувача дрібного сміття; виконано пошук шляхів інтенсифікації процесу й підвищення його стійкості.

Визначено умови для додання летючці обертального руху, якщо летючка пов'язана з шаром бавовни-сирцю, що подається. Поворот летючки щодо осі спричинить скручування жмутка волокон, які зв'язують частку з рештою маси бавовни, а це – передумова до джгутування волокна. Величина кута закручування буде залежати як від сили тертя, так і від часу дії сили, що в комплексі визначає енергію, яка витрачається на скручування.

Методом сегментної лінеаризації кривої $P(t)$ описано процеси ударного навантаження й розвантаження летючки під час взаємодії з кілком, які добре узгоджуються з експериментальними осцилограмами процесу.

Розглянуто позацифрову взаємодію кілка з часткою бавовни-сирцю. Експериментально й теоретично показано зв'язок такої взаємодії з утворенням м'яких вад у волокні – джгутиків. Рекомендовано в системі попереднього очищення бавовни-сирцю встановлювати барабани з кілками, що мають пласку форму передньої грані. Застосування кілків із такою формою передньої грані забезпечує стійке зниження кількості джгутиків у волокні бавовни-сирцю, що підвищує якість волокна й зниження суми вад і засміченості.

У результаті експериментальних і теоретичних досліджень отримано дані, які дозволяють організувати ефективну роботу очисних машин у бавовноочисній промисловості.

Ключові слова: очищувач дрібного сміття, живильні валики, кілкові валики, лопать, кількість джгутиків.

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.208798

DEFINING TECHNOLOGICAL FEATURES IN THE MANUFACTURE OF SEMI-HARD BOOK COVERS (p. 80–90)

O. Paliukh, P. Kyrychok, R. Trishchuk, M. Korobka, E. Dziadyk

Запропонований експериментально визначений перелік необхідних і достатніх технологічних операцій виготовлення напівжорстких книжкових обкладинок, з розрахованою контурною і структурною побудовою, що передбачають жорсткі допуски відхилення від прямокутної площинної геометрії.

Доведено, що основні особливості моделювання і виготовлення обкладинок впливають на умови забезпечення допусків і стабільну тиражну кількість. Вони полягають у тому, що крайки і клапани, як додаткові конструктивні елементи обкладинок, після загинання і приклеювання до основної частини, створюють подвійну композитну структуру.

Завдяки цьому, в місцях стиків крайок і клапанів, відсутні напуски, тому площина внутрішньої частини обкладинок має пласку форму, без дефектних контурів. Тому можливо стверджувати, що паралельність відхилення зовнішніх контурів напівжорстких обкладинок, від прямокутної побудови, не буде перевищувати діапазони для книжкових оправ, поділених на групи за якісними показниками.

Особливо слід відзначити, що на умови забезпечення допусків, тиражної сталості і композитної структурності напівжорстких обкладинок, впливають ролико-валкові механізми, що здійснюють їх обертальне пресування і швидкісне координоване транспортування в процесі виготовлення.

Проведеними дослідженнями впливу пластичного деформування встановлено механізми процесу вдосконалення циліндричної поверхні обертально-пресувальних роликів. Доведено, що вони полягають в утворенні повністю регулярного мікрорельєфу гексагонального типу вигнутої форми та частково регулярного мікрорельєфу, у вигляді плоско-паралельних шліцевих заглибин, нанесених під кутом до центральної осі роликів. А також, в застосуванні технології іонного азотування отриманого мікрорельєфу в плазмі геліконного розряду.

Завершальний етап зміцнення при поверхневого шару роликів іонним азотуванням в плазмі геліконного розряду фіксує максимальний рівень підвищення зносостійкості при поверхневого шару. Він коливається в діапазоні відношення площини, на яку нанесений частково регулярний мікрорельєф, до загальної площини поверхні ролика.

Ключові слова: композитна структура, зміцнювальна обробка, циліндричні поверхні, шліцеві заглибини, мікрорельєф.

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.209130**DESIGNING A NEW WOOD-COMPOSITE MATERIAL MADE FROM LOGGING WASTE (p. 91–97)****O. Pinchevska, Yu. Lakyda, O. Baranova, M. Biletskyi, V. Holovach, R. Oliinyk, A. Yeroshenko**

Проведеними дослідженнями доведено можливості використання лісосічних відходів для виготовлення деревино-композіційного матеріалу. Сировиною для його виробництва є деревне плетиво, яке виготовляють шляхом роздавлювання гілок. Експериментальні дослідження фізичних, механічних та технологічних властивостей деревино-композіційного матеріалу з гілок тополі дозволили визначити його раціональну структуру та вид в'язучого. Встановлено, що для забезпечення плоскої форми матеріалу він повинен бути сформований з трьох взаємно перпендикулярних шарів. У якості в'язучого доцільно використовувати карбамідоформальдегідну смолу для плит які не несуть ударних та статичних навантажень і використовуються в середині приміщень. У разі призначення матеріалу для використання в умовах з підвищеними навантаженнями та у місцях з підвищеною вологістю, слід використовувати фенолформальдегідну смолу. Визначено параметри раціонального режиму пресування: температура $t=180\text{ }^{\circ}\text{C}$; тиск $p=8\text{ МПа}$; час витримки $\tau=7\text{ хв.}$, за яких можна досягнути мінімального деформування плит після пресування. Доведено, що за цих режимних параметрів час витримки для досягнення формостабілізації нового деревино-композіційного матеріалу є також мінімальним і становить сім діб. Визначено, що новий деревино-композіційний матеріал володіє схожими фізичними та механічними властивостями з плитами OSB. Це дозволяє стверджувати про відповідність запропонованого матеріалу на основі лісосічних відходів у якості деревного компоненту вимогам, що висуваються до плит OSB і бути їх альтернативою. Отже, є підстави стверджувати про можливість спрямованого використання гілок для виготовлення деревино-композіційного матеріалу, що сприятиме покращенню екологічного стану довкілля та використанню лісосічних відходів.

Ключові слова: деревино-композіційні матеріали, лісосічні відходи, гілля тополі, режим пресування, час формостабілізації.