

УДК 621.7

## Дискретно-элементная модель износа конструктивных элементов центробежного декантера для улучшения очистки буровых растворов

Э.М. Деканоидзе<sup>1,2</sup>, М.А. Скотникова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,  
вн. тер. г. муниципальный округ Академическое, ул. Политехническая, д. 29 литера Б,  
г. Санкт-Петербург 195251, Россия

<sup>2</sup>ООО «Центротех-Инжиниринг»,  
пр. Стачек, 47 Л, г. Санкт-Петербург 198097, Россия

Поступила в редакцию 04.08.2025.

Показано, что в процессе бурения, очистка бурового раствора с помощью центробежных декантеров минимизирует присутствие абразивных частиц в системе и снижает механический износ конструктивных элементов и насосных агрегатов. Представлены результаты сравнительного анализа ресурса исходной конструкции сопел и трех предложенных модификаций, отличающихся геометрией поверхности и ориентацией относительно направления вращения барабана. Проведена комплексная оценка влияния конструктивных изменений на скорость вылета частиц и, как следствие, на интенсивность износа, с использованием аналитической модели расчёта объёма износа при ударном воздействии частиц.

Разработана дискретно-элементная модель процессов, сопровождающих работу центробежного декантера (движение бурового раствора вдоль шнека центрифуги). Рассчитано время до формирования критического износа (разрушения) поверхностей сопел. Изучено влияние геометрических и конструктивных параметров сопел центробежных декантеров на эффективность процесса очистки буровых растворов. Показано, что уменьшение высоты и диаметра сопел до 34 мм и 37 мм соответственно увеличило время износа поверхности в 1,5 раза.

Выполнена аналитическая оценка ресурса цилиндрических поверхностей сопел для различных конструктивных вариантов. Значительное увеличение срока службы достигается при изменении наклона цилиндрических поверхностей сопел против направления вращения барабана. Время износа поверхности сопел увеличивается в 12,5 раз.

**Ключевые слова:** центробежный декантер, расчёт износа металла, дискретно-элементное моделирование.

**DOI:** 10.32864/0202-4977-2025-46-5-449-457

---

**Адрес для переписки:**

М.А. Скотникова  
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,  
вн. тер. г. муниципальный округ Академическое, ул. Политехническая,  
д. 29 литера Б, г. Санкт-Петербург 195251, Россия  
e-mail: skotnikova@mail.ru

**Address for correspondence:**

M.A. Skotnikova  
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,  
Polytechnicheskaya, 29, St. Petersburg 195251, Russia  
e-mail: skotnikova@mail.ru

---

**Для цитирования:**

Э.М. Деканоидзе, М.А. Скотникова.  
Дискретно-элементная модель износа конструктивных элементов  
центробежного декантера для улучшения очистки буровых  
растворов.  
Трение и износ.  
2025. — Т. 46, № 5. — С. 449—457.  
**DOI:** 10.32864/0202-4977-2025-46-5-449-457

**For citation:**

E.M. Dekanoidze and M.A. Skotnikova.  
[Discrete-Element Model of Wear of Structural Elements  
of a Centrifugal Decanter for Improved Cleaning of Drilling Fluids].  
Trenie i Iznos.  
2025, vol. 46, no. 5, pp. 449—457 (in Russian).  
**DOI:** 10.32864/0202-4977-2025-46-5-449-457

# Discrete-Element Model of Wear of Structural Elements of a Centrifugal Decanter for Improved Cleaning of Drilling Fluids

E.M. Dekanoidze<sup>1,2</sup> and M.A. Skotnikova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,  
Polytechnicheskaya, 29, St. Petersburg 195251, Russia

<sup>2</sup>LLC «Centrotech-Engineering»,  
Stachek Ave., 47 L, St. Petersburg 198097, Russia

Received 04.08.2025.

## Abstract

It is shown that during drilling, cleaning of drilling solution using centrifugal decanters minimizes the presence of abrasive particles in the system and reduces mechanical wear of structural elements and pumping units. The results of a comparative analysis of the resource of the initial nozzle design and three proposed modifications, differing in surface geometry and orientation relative to the direction of rotation of the drum, are presented. A comprehensive assessment of the effect of design changes on the particle escape velocity and, as a result, on the wear rate was carried out using an analytical model for calculating the amount of wear during particle impact.

A discrete-element model of the processes accompanying the operation of a centrifugal decanter (movement of drilling solution along the centrifuge screw) has been developed. The time before the formation of critical wear (destruction) of the nozzle surfaces is calculated. The influence of geometric and design parameters of centrifugal decanter nozzles on the efficiency of the drilling solution cleaning process has been studied. It is shown that reducing the height and diameter of the nozzles to 34 mm and 37 mm, respectively, increased the surface wear time by 1.5 times.

An analytical evaluation of the resource of cylindrical nozzle surfaces for various design options has been performed. A significant increase in service life is achieved by changing the inclination of the cylindrical surfaces of the nozzles against the direction of rotation of the drum. The wear time of the nozzle surface increases 12.5 times.

**Keywords:** centrifugal decanter, metal wear calculation, discrete-element modeling.

**DOI:** 10.32864/0202-4977-2025-46-5-449-457

---

### Адрес для переписки:

М.А. Скотникова  
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,  
вн. тер. г. муниципальный округ Академическое, ул. Политехническая,  
д. 29 литера Б, г. Санкт-Петербург 195251, Россия  
e-mail: skotnikova@mail.ru

### Address for correspondence:

M.A. Skotnikova  
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,  
Polytechnicheskaya, 29, St. Petersburg 195251, Russia  
e-mail: skotnikova@mail.ru

### Для цитирования:

Э.М. Деканоидзе, М.А. Скотникова.  
Дискретно-элементная модель износа конструктивных элементов  
центробежного декантера для улучшения очистки буровых  
растворов.  
Трение и износ.  
2025. — Т. 46, № 5. — С. 449—457.  
**DOI:** 10.32864/0202-4977-2025-46-5-449-457

### For citation:

E.M. Dekanoidze and M.A. Skotnikova.  
[Discrete-Element Model of Wear of Structural Elements  
of a Centrifugal Decanter for Improved Cleaning of Drilling Fluids].  
*Trenie i Iznos*.  
2025, vol. 46, no. 5, pp. 449—457 (in Russian).  
**DOI:** 10.32864/0202-4977-2025-46-5-449-457

## Список использованных источников

1. **Menesklou P., Sinn T., Nirschl H., and Gleiss M.** Scale-Up of Decanter Centrifuges for the Particle Separation and Mechanical Dewatering in the Minerals Processing Industry by Means of a Numerical Process Model // *Minerals*. — 2021 (11), no. 2, 229
2. **Башкирцев В.И., Юдицкий Л.А.** Научные представления об адгезии // *Сервис в России и за рубежом*. — 2012, № 3(30), 216—223
3. **Юдаков В.С., Деканоидзе Э.М., Мухтаров М.Ш., Тиличкан А.А.** Исследование влияния зенитного угла наклонно-направленной скважины на напряженно-деформированное состояние околоскважинного пространства // *Международный научно-исследовательский журнал*. — 2020, № 8-1, 157—162
4. **Yi-jing Liu, Li-Na Zhu, Mei-gui Feng, et al.** Study on the Erosion Wear Characteristics and Structural Optimization of Key Components of Drilling Fluid Centrifuge // *Journal of Failure Analysis and Prevention*. — 2025 (25), no. 18, 468—486
5. **Kewei Li, Faqi Zhou, Shuangcheng Fu, et al.** Study on the Separation Performance of a Decanter Centrifuge Used for Dewatering Coal Water Slurry // *Chemical Engineering Research and Design*. — 2023 (195), 711—720
6. **Hongbin Liu, Pingying Li, Huina Xiao, et al.** The fluid–Solid Coupling Analysis of Screw Conveyor in Drilling Fluid Centrifuge Based on ANSYS // *Petroleum*. — 2015 (1), no. 3, 251—256
7. **Юдаков В.С., Деканоидзе Э.М.** Создание алгоритма для выполнения расчетов устойчивости стенок наклонно-направленной скважины с помощью MATCAD // *Актуальные научные исследования в современном мире*. — 2020, № 7-2, 147—152
8. **Деканоидзе Э.М.** Разработка алгоритма и написание программ для выполнения расчетов с помощью MATLAB // *Актуальные научные исследования в современном мире*. — 2020, № 7-1(63), 50—53
9. **Changzhi Bai, Hangil Park, Liguang Wang.** Modelling Solid-Liquid Separation And Particle Size Classification In Decanter Centrifuges // *Separation and Purification Technology*. — 2021 (263), no. 15, 118408
10. **Mingjun Zhu, Yunfei Xu, Dapeng Hu. et al.** Design and Computational Fluid Dynamics Analysis of a Three-Phase Decanter Centrifuge for Oil-Water-Solid Separation // *Chemical Engineering and Technology*. — 2020 (43), no. 5, 1005—1015
11. **Marco Gleiss, Simon Hammerich, Michael Kespe et al.** Application of the Dynamic Flow Sheet Simulation Concept to the Solid-Liquid Separation: Separation of Stabilized Slurries in Continuous Centrifuges // *Chemical Engineering Science*. — 2017 (163), no. 18, 167—178
12. **Alessandro Leone, Roberto Romaniello, Riccardo Zagaria et al.** Mathematical Modelling of the Performance Parameters of a New Decanter Centrifuge Generation // *Journal of Food Engineering*. — 2015 (166), 10—20

13. **Непомнящий Е.Ф.** Трение и износ под воздействием струи твердых сферических частиц // *Контактное взаимодействие твердых тел и расчет сил трения и износа*. — М.: Наука. — 1971, 190—200
14. **Тамаркин М.А., Тихонов А.А.** Метод расчета съема металла при гидроабразивной обработке // *Вестник ДГТУ*. — 2011 (11), № 3(54), 327—332

## References

1. **Menesklou P., Sinn T., Nirschl H., and Gleiss M.** Scale-Up of Decanter Centrifuges for the Particle Separation and Mechanical Dewatering in the Minerals Processing Industry by Means of a Numerical Process Model // *Minerals*. — 2021 (11), no. 2, 229
2. **Bashkircev V.I., Yudickij L.A.** Nauchnye predstavleniya ob adgezii // *Servis v Rossii i za rubezhom*. — 2012, № 3(30), 216—223 (in Russian)
3. **Yudakov V.S., Dekanoidze E.M., Muhtarov M.Sh., Tilichkan A.A.** Issledovanie vliyaniya zenitnogo ugla naklonno-napravlennoj skvazhiny na napryazhenno-deformirovanное sostoyanie okoloskvazhinного prostranstva // *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal*. — 2020, № 8-1, 157—162 (in Russian)
4. **Yi-jing Liu, Li-Na Zhu, Mei-gui Feng, et al.** Study on the Erosion Wear Characteristics and Structural Optimization of Key Components of Drilling Fluid Centrifuge // *Journal of Failure Analysis and Prevention*. — 2025 (25), no. 18, 468—486
5. **Kewei Li, Faqi Zhou, Shuangcheng Fu, et al.** Study on the Separation Performance of a Decanter Centrifuge Used for Dewatering Coal Water Slurry // *Chemical Engineering Research and Design*. — 2023 (195), 711—720
6. **Hongbin Liu, Pingying Li, Huina Xiao, et al.** The fluid–Solid Coupling Analysis of Screw Conveyor in Drilling Fluid Centrifuge Based on ANSYS // *Petroleum*. — 2015 (1), no. 3, 251—256
7. **Yudakov V.S., Dekanoidze E.M.** Sozdanie algoritma dlya vypolneniya raschetov ustojchivosti stенок naklonno-napravlennoj skvazhiny s pomoshch'yu MATCAD // *Aktual'nye nauchnye issledovaniya v sovremennom mire*. — 2020, № 7-2, 147—152 (in Russian)
8. **Dekanoidze E.M.** Razrabotka algoritma i napisanie programm dlya vypolneniya raschetov s pomoshch'yu MATLAB // *Aktual'nye nauchnye issledovaniya v sovremennom mire*. — 2020, № 7.1(63), 50—53 (in Russian)
9. **Changzhi Bai, Hangil Park, Liguang Wang.** Modelling Solid-Liquid Separation And Particle Size Classification In Decanter Centrifuges // *Separation and Purification Technology*. — 2021 (263), no. 15, 118408
10. **Mingjun Zhu, Yunfei Xu, Dapeng Hu. et al.** Design and Computational Fluid Dynamics Analysis of a Three-Phase Decanter Centrifuge for Oil-Water-Solid Separation // *Chemical Engineering and Technology*. — 2020 (43), no. 5, 1005—1015

11. **Marco Gleiss, Simon Hammerich, Michael Kespe et al.** Application of the Dynamic Flow Sheet Simulation Concept to the Solid-Liquid Separation: Separation of Stabilized Slurries in Continuous Centrifuges // *Chemical Engineering Science*. — 2017 (**163**), no. 18, 167—178
12. **Alessandro Leone, Roberto Romaniello, Riccardo Zagaria et al.** Mathematical Modelling of the Performance Parameters of a New Decanter Centrifuge Generation // *Journal of Food Engineering*. — 2015 (**166**), 10—20
13. **Nepomnyashchij E.F.** Trenie i iznos pod vozdeystviem strui tverdyh sfericheskikh chastic // *Kontaktное взаимодействие твердых тел и расчет сил трения и износа*. — М.: Наука. — 1971, 190—200 (in Russian)
14. **Tamarkin M.A., Tihonov A.A.** Metod rascheta s"ema metalla pri gidroabrazivnoj obrabotke // *Vestnik DGTU*. — 2011 (**11**), № 3(54), 327—332 (in Russian)

Для приобретения полного текста статьи, обращайтесь в редакцию журнала.  
Адрес редакции: 246050, ул. Кирова 32а, г. Гомель, Беларусь. Телефон/факс: +375 (232) 34 06 36 / 34 17 11  
*Full text of articles can be purchased from the editorial office.*  
*Address: 32a Kirov Street, Gomel, Belarus, 246050. Phone: +375 (232) 34 06 36. Fax: +375 (232) 34 17 11*  
E-mail: [FWJ@tut.by](mailto:FWJ@tut.by)