



УДК 621.313

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СЕПАРАТОРОВ ДЛЯ ПОЛИДИСПЕРСНЫХ ЖИДКОСТЕЙ

●●●●●

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF SEPARATORS FOR POLYDISPERSED LIQUIDS

Ким Владислав Анатольевич
магистрант 2 курса
кафедры электротехники
и электрических машин,
Кубанский государственный
технологический университет
vladk-kub@mail.ru

Kim Vladislav Anatolievich
2nd year master's degree student
Department of electrical engineering
and electrical machines,
Kuban state technological university
vladk-kub@mail.ru

Аннотация. Данная статья посвящена рассмотрению перспектив развития сепараторов для полидисперсных жидкостей.

Annotation. This article is devoted to consideration of the development prospects of separators for polydispersed liquids.

Ключевые слова: центробежный сепаратор, сепарация нефти.

Keywords: centrifugal separator, oil separation.

В ходе работ по созданию перспективной энерго- и ресурсосберегающей установки для переработки нефти на базе электромеханических преобразователей энергии совмещенной конструкции [1–5] на кафедре электротехники и электрических машин ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» на основе обзора и анализа отечественных и зарубежных установок для переработки нефти были определены перспективные пути развития сепараторов для полидисперсных жидких систем.

Перспективным выглядит создание новых конструкций сепараторов, работающих согласно способу сепарирования нефти [6], представленному на рисунке 1, включающем предварительный нагрев сырой нефти, ее сепарирование, получение очищенной нефти и осадка. При этом сырую нефть предварительно подогревают в подогревателе до температуры 58–60 °С. Затем нефть, проходя по залитым компаундом трубкам, опоясывающим обмотку статора сепаратора, дополнительно подогревается за счет тепловыделений в обмотках и магнитопроводах статора электродвигателя сепаратора. Далее в торцовой и цилиндрической частях барабана сепаратора, одновременно являющегося ротором электродвигателя сепаратора, нефть подогревается до температуры 60–63 °С, необходимой для сепарирования. Кроме того, при этом нефть подвергается воздействию электромагнитного поля с аксиальной и цилиндрической частей статора электродвигателя сепаратора. Техническим результатом изобретения является снижение энергозатрат и интенсификация процесса сепарирования нефти.



Рисунок 1 – Способ сепарирования нефти

На основании вышеизложенного способа [6] представляется возможным создание нового вида энергосберегающих электромеханических преобразователей энергии совмещенной конструкции для переработки нефти, выполняющих не только функцию сепарирования газоводонефтяной эмульсии с



последующим разделением на очищенную нефть, газ и воду, но и выполнять функцию подогрева. В таком сочетании функций появиться возможность снизить энергопотребление при подготовке нефти в подогревателе. Снижение энергопотребления на подогрев нефти в подогревателе будет возможно в силу того, что при использовании тепловыделения в барабане и статоре сепаратора, частичный подогрев нефти будет происходить в барабане, и в подогревателе нефть необходимо будет подогреть на меньшую Δt .

Известна установка для сепарирования нефти [7], реализующая способ сепарирования нефти [6] и представленная на рисунке 2, содержащая корпус 1 сепаратора, смонтированный в нем статор электродвигателя, состоящий из двух частей (цилиндрическая часть 2-1, аксиальная часть 2-2), с обмоткой 3 двух частей статора, вокруг лобовых частей которой установлены трубки 4, залитые компаундом 5, барабан сепаратора 6, являющийся одновременно ротором электродвигателя, жестко связанный с валом 7, подогревателя нефти 15, соединительных трубок 16 и 17. Вал 7 установлен в подшипниковых опорах 8 и 9. Барабан сепаратора 6 состоит из основания 10 с центральной трубкой, разделительных тарелок 11, крышки 12, тарелкодержателя 13, затяжного кольца 14, соединительная трубка 16 соединяет подогреватель нефти 15 с входом трубок 4, а соединительная трубка 17 соединяет выход трубок 4 с внутренней частью барабана сепаратора 6.

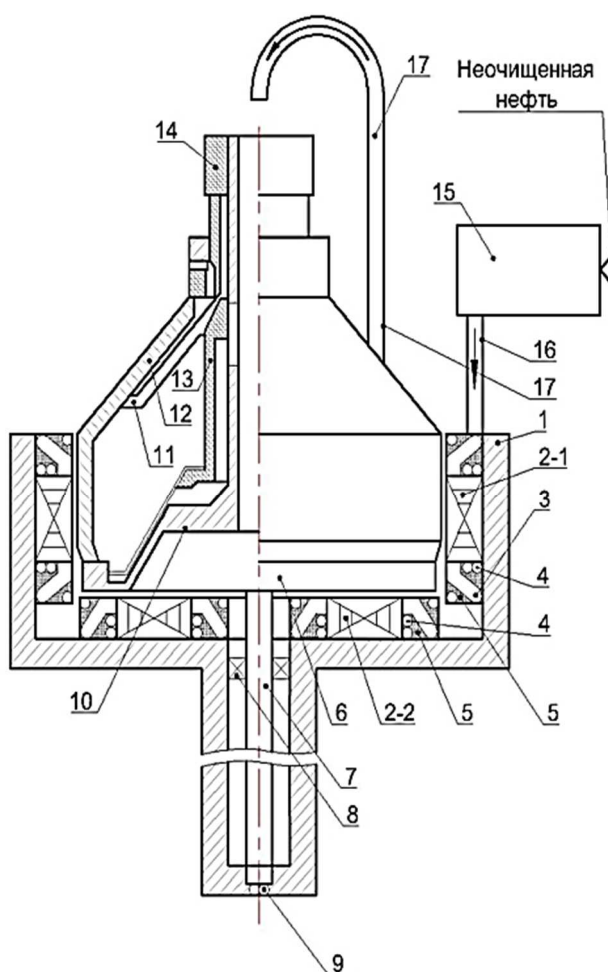


Рисунок 2 – Установка для сепарирования нефти

Однако, известный из [7] сепаратор для жидкости по также имеет ряд недостатков, а именно: недостаточно высокие энергетические показатели установки, низкие массогабаритные показатели, низкая надежность.

Существенным недостатком известного из [7] сепаратора, являющегося составной частью установки для сепарирования нефти, как и любой электрической машины с аксиальным магнитопроводом является также наличие большого осевого (аксиального) электромагнитного усилия, вызванного неизбежным притяжением барабана-ротора к аксиальному магнитопроводу. Это усилие оказывает разрушающее действие на подшипники, ведет к преждевременному выходу их из строя и создает угрозу механического соприкосновения вращающегося барабана-ротора сепаратора и аксиального магнитопровода. Кроме того, при вращении барабана-ротора возможен его перекося относительно аксиального



магнитопровода, вызванный большим осевым (аксиальным) электромагнитным усилием. Это также ведет к преждевременному выходу подшипников из строя и возможности соприкосновения барабана-ротора с аксиальным магнитопроводом. Это уменьшает надежность сепаратора.

Для исключения возможности соприкосновения барабана-ротора с аксиальным магнитопроводом необходимо обеспечить большой воздушный зазор между аксиальным магнитопроводом статора и барабаном-ротором.

Кроме того, в известном из [7] сепараторе имеет место качание, биение и вибрации барабана-ротора внутри цилиндрического магнитопровода сепаратора. Это может привести к соприкосновению вращающегося барабана-ротора сепаратора и цилиндрического магнитопровода. Это также снижает надежность сепаратора и требует обеспечения большого воздушного зазора между барабаном-ротором и цилиндрическим магнитопроводом.

Поэтому на повестке дня стоит задача усовершенствования конструкции сепаратора, позволяющая повысить его надежность, энергетические и массогабаритные показатели.

Это возможно достичь за счет уменьшения воздушного зазора между основанием ротора, выполненным в виде барабана сепаратора, и аксиальным магнитопроводом и боковыми элементами ротора, выполненного в виде барабана сепаратора, и цилиндрическим магнитопроводом. Уменьшение воздушных зазоров приведет к снижению энергопотребления, уменьшению массы проводов обмоток статора и размеров сепаратора, минимизации вероятности соприкосновения вращающегося ротора, выполненного в виде барабана сепаратора, с аксиальным и цилиндрическим магнитопроводами. Такой результат возможно достичь тем, что в сепараторе, содержащем корпус и смонтированные в нем статор электродвигателя и ротор, выполненный в виде барабана сепаратора, при этом статор электродвигателя жестко закреплен в корпусе и содержит цилиндрический магнитопровод, в пазы которого уложена первая обмотка, и аксиальный магнитопровод, в пазы которого уложена вторая обмотка, с внешним бандажным кольцом, в верхней части которого выполняют углубления полусферической формы, в которые укладывают неферромагнитные шарики, при этом первая и вторая обмотки соединены последовательно, их лобовые части обвиты трубками для охлаждения статора и подогрева сепарируемого продукта и замоноличены компаундом, а ротор, выполненный в виде барабана сепаратора, жестко закреплен на оси, установленной в подшипниковых опорах, и содержит пакет разделительных тарелок, тарелкодержатель, затяжное кольцо с отверстием, соединительную трубку, соединяющую внутреннюю часть ротора, выполненного в виде барабана сепаратора, с выходом трубок для охлаждения статора и подогрева сепарируемого продукта, и основание с центральной трубкой, которое выполняют с кольцевыми канавками полукруглого сечения, посредством которых ротор, выполненный в виде барабана сепаратора, устанавливают с возможностью вращения на неферромагнитные шарики.

На рисунке 3 представлен фрагмент вида сепаратора, содержащий предложение по усовершенствованию конструкции. Статор электродвигателя жестко закреплен в корпусе 1 и содержит цилиндрический магнитопровод 2, в пазы которого уложена первая обмотка 3, и аксиальный магнитопровод 5, в пазы которого уложена вторая обмотка 10, с внешним бандажным кольцом 7. В верхней части бандажного кольца 7 выполнено углубление 11 полусферической формы, в которые уложены неферромагнитные шарики 12. Первая 3 и вторая 10 обмотки соединены последовательно, их лобовые части обвиты трубками 8 для охлаждения статора и подогрева сепарируемого продукта и замоноличены компаундом 9. Основание барабана-ротора 4 выполнено с кольцевой канавкой 13 полукруглого сечения, посредством которых ротор, выполненный в виде барабана сепаратора, установлен с возможностью вращения на неферромагнитные шарики 12.

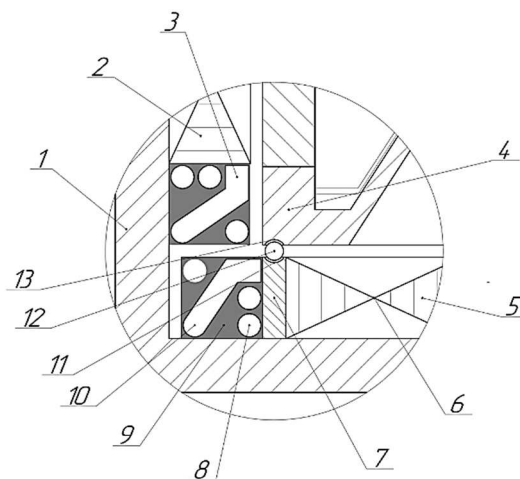


Рисунок 3 – Фрагмент вида сепаратора совмещенной конструкции



Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и Администрации Краснодарского края в рамках научного проекта № 19-48-230010 p_a.

Литература

1. Гайтов Б.Х. Разработка нового вида энергосберегающей установки для переработки нефти / Б.Х. Гайтов, Я.М. Кашин, Л.Е. Копелевич, А.В. Самородов, В.А. Ким // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия: Естественно-математические и технические науки. – Майкоп : Изд-во АГУ, 2019. – Вып. 3 (246). – С. 103–108.
2. Гайтов Б.Х. Энергосберегающая установка для сепарирования нефти и определения ее параметров / Б.Х. Гайтов, Я.М. Кашин, Л.Е. Копелевич, А.В. Самородов, В.А. Ким // Энергосбережение и водоподготовка. – 2019. – № 4 (120). – С. 58–62.
3. Kopelevich L.E., Kim V.A., Artyan K.Z. «Mathematical Model for Diagnosing Rotor-Drum of Resource Saving Unit for Oil Refining», 2019 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon), Vladivostok, Russia, 2019, pp. 1–5. doi: 10.1109/FarEastCon.2019.8933837.
4. Gaytov B.Kh., Kim V.A., Artyan K.Z. «Adjustment Characteristics of Resource Saving Unit for Oil Refining», 2019 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon), Vladivostok, Russia, 2019, pp. 1–5. doi: 10.1109/FarEastCon.2019.8934816.
5. Кашин Я.М. Сепаратор для переработки нефти совмещенной конструкции и его температурное поле / Я.М. Кашин, Л.Е. Копелевич, А.В. Самородов, В.А. Ким, К.З. Артеян // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2019. – № 5. – С. 86–99. – URL : <https://ntk.kubstu.ru/file/2758> (дата обращения 13.01.20).
6. Пат. 2585636 Российская Федерация, МПК7 B01D17/06, B03C5/00, B01D43/00. Способ сепарирования нефти / Л.Е. Копелевич; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный технологический университет» (ФГБОУ ВО «КубГТУ») (RU). – № 2015110413/05; заявл. 2015-03-23; опубл. 27.05.2016, Бюл. № 15. – 6 с. : ил.
7. Пат. 2593626 Российская Федерация, МПК7 B04B 5/10, B03C 5/02, B01D 17/06, B01D 43/00, B04B 9/02. Установка для сепарирования нефти / Л.Е. Копелевич; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет». – № 2015110414/05; заявл. 23.03.15; опубл. 10.08.16, Бюл. № 22.

References

1. Gaitov B.H. Development of a new type of the energy-saving installation for oil processing / B.H. Gaitov, Ya.M. Kashin, L.E. Kopelevich, A.V. Samorodov, V.A. Kim // Messenger of Adygeya State University. Series: Natural-mathematical and technical sciences. – Maykop : ASU Publishing House, 2019. – Part 3 (246). – P. 103–108.
2. Gaitov B.H. Energy saving installation for oil separation and its parameters determination / B.H. Gaitov, Ya.M. Kashin, L.E. Kopelevich, A.V. Samorodov, V.A. Kim // Energy saving and water treatment. – 2019. – № 4 (120). – P. 58–62.
3. Kopelevich L.E., Kim V.A., Artyan K.Z. «Mathematical Model for Diagnosing Rotor-Drum of Resource Saving Unit for Oil Refining», 2019 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon), Vladivostok, Russia, 2019, pp. 1–5. doi: 10.1109/FarEastCon.2019.8933837.
4. Gaytov B.Kh., Kim V.A., Artyan K.Z. «Adjustment Characteristics of Resource Saving Unit for Oil Refining», 2019 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon), Vladivostok, Russia, 2019, pp. 1–5. doi: 10.1109/FarEastCon.2019.8934816.
5. Kashin Ya.M. Separator for the combined structure oil processing and its temperature field / Ya.M. Kashin, L.E. Kopelevich, A.V. Samorodov, V.A. Kim, K.Z. Artyan // Electronic network polythematic journal «Scientific works of KubSTU». – 2019. – № 5. – P. 86–99. – URL : <https://ntk.kubstu.ru/file/2758> (date of address 13.01.20).
6. Pat. 2585636 Russian Federation, MPK7 B01D17/06, B03C5/00, B01D43/00. Method of oil separation / L.E. Kopelevich; applicant and patent holder Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kuban State Technological University». (FGBOU VO «KubGTU») (RU). – № 2015110413/05; declared. 2015-03-23; op. cit. 27.05.2016, Bul. № 15. – 6 p. : silt.
7. Pat. 2593626 Russian Federation, MPK7 B04B 5/10, B03C 5/02, B01D 17/06, B01D 43/00, B04B 9/02. Oil separation plant / L.E. Kopelevich; applicant and patent holder of FSBOU VPO «Kuban State Technological University». – № 2015110414/05; declared by L.E. Kopelevich; applicant and patent holder of FSBEU «Kuban State Technological University». 23.03.15; op. cit. 10.08.16, Bulletin № 22.