

Л.Т. ТУХВАТУЛЛИН, аспирант (КНИТУ-КАИ)
Научный руководитель Р.Г. ИСАКОВ, к.т.н., доцент (КНИТУ-КАИ)
г. Казань

ВРЕМЯ УСТОЙЧИВОСТИ РАБОТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ АГРЕГАТОВ ПРИ ПРОВАЛАХ НАПРЯЖЕНИЯ

Современная промышленность практически повсеместно состоит из сложных цепочек технологических процессов, устойчивая работа которых является приоритетом для любого предприятия [1]. Одной из наиболее распространённых причин нарушения нормальной работы производства являются кратковременные провалы напряжения из-за коротких замыканий. При этом их негативное воздействие на работу предприятия может быть существенным.

Обеспечение надежного и устойчивого функционирования технологического процесса зависит от работы технологических установок (насос, компрессор и т.д.), приводимых в движение электродвигателями [2]. Однако на сегодняшний день имеет место несогласованность технологических и электрических решений по защите работы промышленного оборудования от провалов напряжения [3].

При решении данной проблемы связка «электродвигатель – технологическая установка» рассматривается как единый промышленный объект, для обозначения которого вводится понятие «технологический агрегат». Бесперебойной работы технологического агрегата можно достичь за счет согласования динамической устойчивости двигателя (способность к самозапуску) и технологической устойчивости процесса. Для этого используется концепция времени устойчивости технологического процесса, представленная в [4].

Для наглядности отобразим анализ устойчивости технологического агрегата на рисунке 1. Провал напряжения начинается в момент t_1 и значение параметра p (температура, давление) процесса начинает уменьшаться относительно своего номинального значения $p_{\text{ном}}$. В момент времени t_2 значение параметра пересекает предельное допустимое значение $p_{\text{предел}}$, после которого работа технологического процесса нарушается. Одновременно происходит пуск технологической защиты, длительность которого определяется выдержкой времени данной защиты. Затем, если параметр процесса продолжает уменьшение, ТЗ срабатывает в момент $t_{\text{ср.ТЗ}}$. Разница времен $t_{\text{ср.ТЗ}}$ и t_1 дает время устойчивости технологического процесса:

$$t_{\text{техн.уст}} = t_{\text{ср.ТЗ}} - t_1$$

Таким образом, на основе данного времени можно разработать необходимые противоаварийные мероприятия на предприятии. Дальнейшие исследования будут связаны с созданием комплексной методики повышения устойчивости технологического процесса.

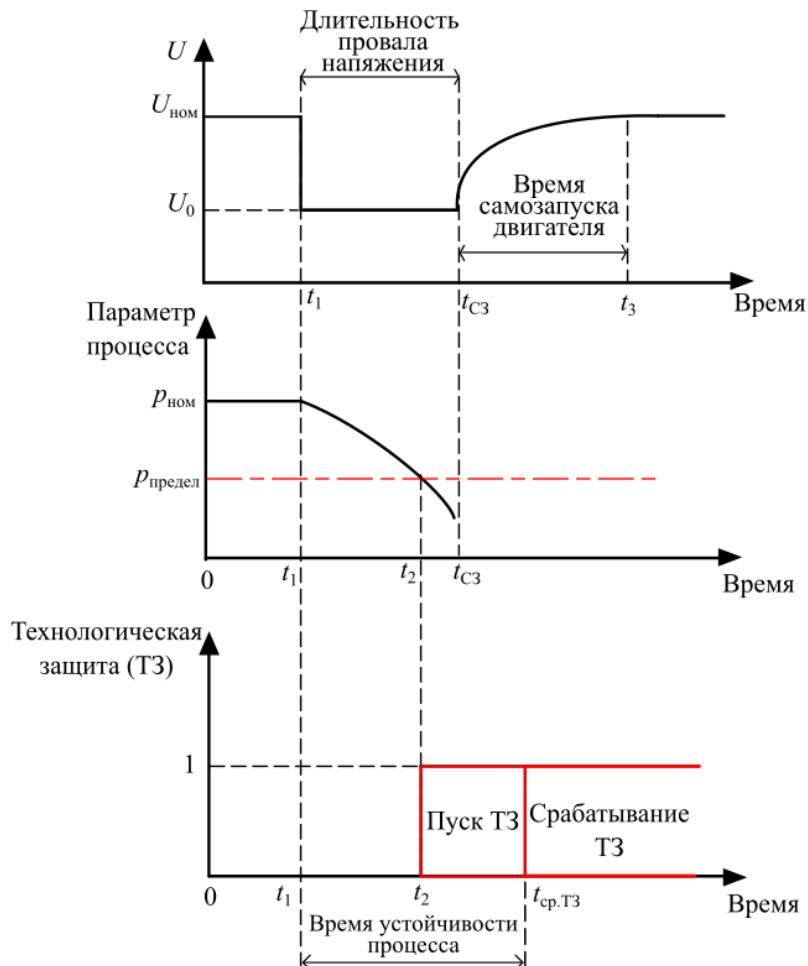


Рис. 1. Определение времени устойчивости технологического процесса

Список литературы:

1. Абрамович Б.Н. Динамическая устойчивость электромеханических комплексов с синхронными и асинхронными двигателями на предприятиях нефедобычи // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. – 2011. – № 3. – С. 17-25.
2. Чеджемов С.Р. Исследование и анализ процессов самозапуска электродвигателей на промышленных предприятиях // Известия Тульского

**VIII Международная молодежная научно-практическая
конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»**

338-3

21-22 ноября 2025 г.

государственного университета. Науки о Земле. – 2021. – № 2. – С. 261-277.

3. Гуревич Ю.Е. Особенности электроснабжения, ориентированного на бесперебойную работу промышленного потребителя / Ю. Е. Гуревич, К. В. Кабиков ; Ю. Е. Гуревич, К. В. Кабиков. – Москва : Элекс-КМ, 2005. – 407 с.

4. Bollen M. H. J. et al. CIGRE/ CIRED/ UIE joint working group C4.110, volt-age dip immunity of equipment in installations – Main contributions and conclusions // CIRED 2009 - 20th International Conference and Exhibition on Electricity Distribution - Part 1. Prague, Czech Republic, 2009, pp. 1-4.

Информация об авторах:

Тухватуллин Леонид Тимурович, аспирант кафедры «Электрооборудование», КНИТУ–КАИ, 420111, г. Казань, ул. К. Маркса, 10, TukhvatullinLT@stud.kai.ru.

Исаков Руслан Геннадьевич, к.т.н., доцент, КНИТУ–КАИ, 420111, г. Казань, ул. К. Маркса, 10, ruslanisakov@yandex.ru.