

УДК 620.9

Е. А. Романенко

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗМЕРА КОЛЕБАНИЙ
АКТИВНОЙ МОЩНОСТИ НА ПОГРЕШНОСТЬ РАСЧЁТА
МОЩНОСТИ КОЛЕБАНИЙ НАПРЯЖЕНИЯ
НА ПРИМЕРЕ ЭЛЕКТРОПРИЁМНИКОВ
ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА**

Проблема качества электроэнергии в деревообрабатывающей промышленности, где большинство электроприёмников работает с резкопеременной нагрузкой, особенно остро встаёт при рассмотрении вопроса влияния работы электрооборудования на колебания напряжения. Целью данного исследования является изучение влияния размера колебаний активной мощности на погрешность в вычислении мощности колебаний напряжения (дозы фликера). Расчёт дозы фликера производится согласно методике И. В. Жежеленко. Результатом расчёта является зависимость погрешности расчёта дозы фликера от пренебрегаемой величины колебания мощности. Данная статья адресуется студентам электротехнических специальностей, инженерно-техническим работникам предприятий и энергосистем.

Ключевые слова: колебания напряжения, фликер, деревообрабатывающее производство, качество электроэнергии.

Проблема расчёта дозы фликера связана с отсутствием единой методики расчёта и тем, что большинство приборов по измерению показателей качества электроэнергии не рассчитывают дозу фликера или наличие такой функции связано с большой стоимостью устройства измерения. В то же время встаёт необходимость получения информации о влиянии работы электроприёмника на мощность колебаний напряжения, установление связи величины колебаний напряжения с технологическим процессом работы оборудования и соотнесении полученных результатов с существующими нормативами.

На основе рассчитанной величины дозы фликера можно решить следующие задачи: выбор аппаратных средств для устранения влияния работы электроприёмника на величину мощности колебаний напряжения, модернизация и оптимизация технологического процесса работы электрооборудования, сокращение производственного брака продукции и уменьшение потерь электроэнергии.

Особенное значение эта проблема имеет в деревообрабатывающей промышленности, где работа электроприёмников с резкопеременной нагрузкой не только влияет на показатели качества электроэнергии, но и на качество продукции.

Нормы колебаний напряжения и фликера устанавливаются в ГОСТ 32144-2013 [1]. Аналитический метода расчёта кратковременной дозы фликера [2] имеет сходство с методом И. В. Жежеленко [3], но в обоих методах существует проблема выбора пиков колебаний мощности, так как при учёте кратковременных колебаний мощности напряжения за счёт увеличенного значения коэффициента эквивалентности F_3 для наклонных и ступенчатых колебаний напряжения вклад таких колебаний в дозу фликера может иметь существенное значение.

Целью данного исследования является изучение влияния размера колебаний активной мощности на погрешность в вычислении мощности колебаний напряжения (дозы фликера) на примере электроприёмников ООО «Вятский фанерный комбинат», г. Киров: «дробилка карандашей» и «рубильная машина». Для осуществления данной цели необходимо решить следующие задачи: создание программы для расчёта дозы фликера по данным измерений активной мощности; создание программы для расчёта дозы фликера без учёта колебаний мощности, не превышающих некоторую величину; анализ полученных результатов.

Параметры электроприёмников «дробилка карандашей» и «рубильная машина» представлены в таблице 1. В «дробилке карандашей» производится обработка побочных продуктов от лущения (карандаш) шпона, а в «рубильной машине» – обработка сухого шпона.

Измерения производились при помощи анализатора параметров качества электроэнергии PQM- 701 в комплектной трансформаторной подстанции на со-

ответствующем рассматриваемому электроприёмнику присоединении. Синхронизация анализатора с ПК осуществляется при помощи программного обеспечения Sonel Analysis. Результаты измерений активной мощности представлены на рис. 1 и рис. 2.

Таблица 1

Параметры исследуемых электроприёмников

Параметр	Барабанная рубительная машина ТТ 97 RSV4 «рубильная машина»	Барабанная рубительная машина TR 1020 – 1300 «дробилка карандашей»
Производительность щепы, м ³ /ч	40	80
Скорость вращения ротора, об/мин	480	550
Мощность двигателя подающих валцов, кВт	2 x 4,0	2 x 5,5
Мощность главного двигателя, кВт	90	200

Рассматриваемые электроприёмники работают с резкопеременной нагрузкой, причём «рубильная машина» в режиме «паузы» потребляет активную мощность от 8 до 9,5 кВт, а наибольшее колебание активной мощности для неё составляет 11,266 кВт. Режим паузы для такого электроприёмника относительный, так как даже после того, как обработка шпона завершена, машина выполняет работу по транспортировке и обработке щепы, которая могла случайно попасть в валцы. «Дробилка карандашей» характеризуется гораздо спокойным режимом «паузы», с потребляемой активной мощностью около 5 кВт и наибольшим колебанием активной мощности 57,778 кВт.

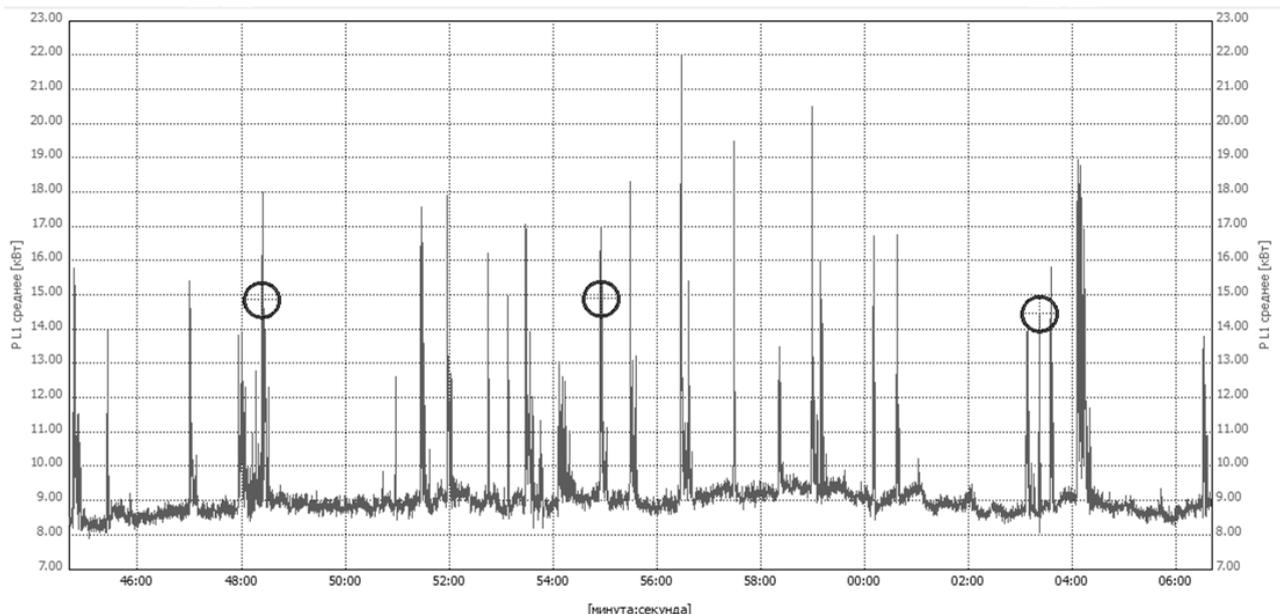


Рис. 1. График изменения активной мощности во времени электроприёмника «рубильная машина»

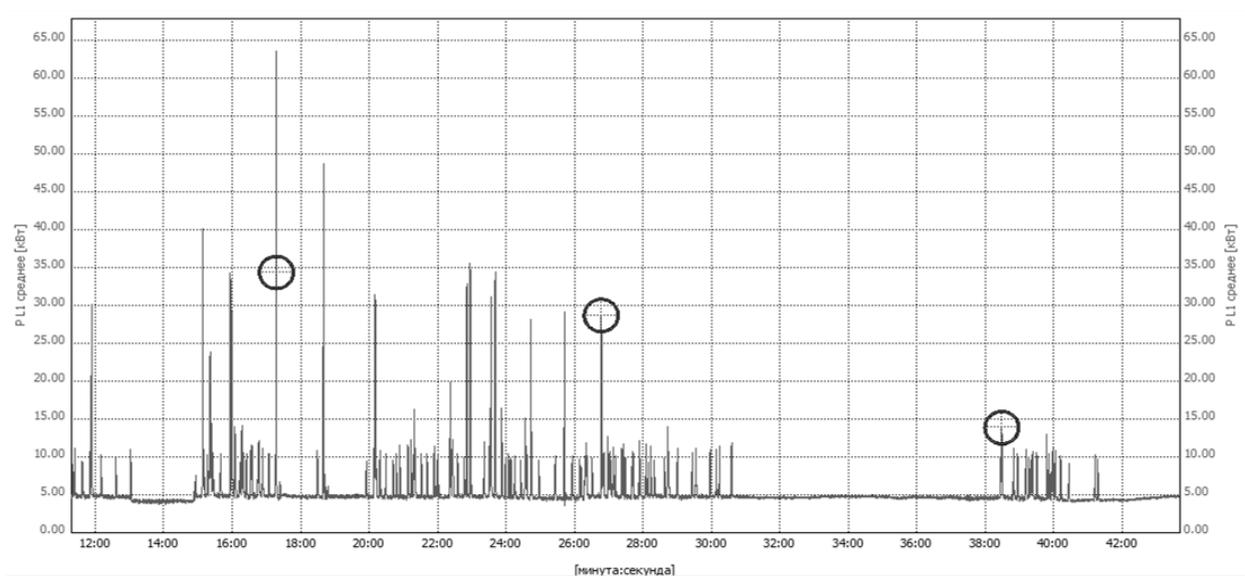


Рис. 2. График изменения активной мощности во времени электроприёмника «дробилка карандашей»

Краткое описание работы программы для расчёта дозы фликера

Программа реализуется на языке C++ в среде Microsoft Visual Studio.

1. Чтение моментов времени (часы – $ho[i]$, минуты – $mi[i]$, секунды – $s[i]$) и средней активной мощности $aP[i]$ (для фазы А) из текстового файла для каждого i -ого момента измерений, в котором представлены измерения из про-

граммного обеспечения Sonel Analysis (рис. 3), и запись их в массив. Значение мощности $aP[i]$ приводится к трёхфазной системе по формуле:

$$P[i] = 3 \cdot aP[i].$$

Фазы	Время	P L1 среднее [Вт]
X	2014.05.19 14:44:40.561	8474
	2014.05.19 14:44:40.761	8320
	2014.05.19 14:44:40.961	8516
	2014.05.19 14:44:41.161	8479
	2014.05.19 14:44:41.361	8424
	2014.05.19 14:44:41.561	8502
	2014.05.19 14:44:41.762	8482
	2014.05.19 14:44:41.962	8476

Рис. 3. Файл с замерами для электроприёмника «рубильная машина»

2. Поиск локальных экстремумов в массиве, выделение нового массива, состоящего из локальных экстремумов по активной мощности $aPnov[i]$.

3. Расчёт пиков – колебаний мощности напряжения, используя массив данных из локальных экстремумов по активной мощности, по формуле:

$$Pnov[i] = aPnov[i] - aPnov[i-1].$$

4. Расчёт дозы фликера по методике И. В. Жежеленко при изменении не учитываемого значения колебания мощности $dP[j]$ с определенным шагом. Если выполняется условие

$$Pnov[i] < 3 \cdot dP[j],$$

то значение дозы фликера на данном интервале $Pst[i]$ принимается равным нулю.

5. Вычисление погрешности расчёта дозы фликера для каждого $dP[j]$ относительно случая, когда dP равно нулю.

Результаты расчёта в программе представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2

Результаты расчёта дозы фликера для электроприёмника «рубильная машина»

Откидываемая мощность, Вт	Доза фликера, о. е.	Погрешность, %
0	0,05212768	0,000000
2200	0,05157550	-1,059286
2800	0,05106087	-2,046542
3300	0,05046198	-3,195431
3700	0,04978573	-4,492730
3800	0,04944085	-5,154322
4100	0,04872591	-6,525837
4200	0,04846252	-7,031121
4500	0,04773210	-8,432330
4700	0,04736798	-9,130861
4900	0,04685766	-10,109828
5200-5300	0,04607864	-11,604270
5500	0,04579044	-12,157149
5800	0,04493335	-13,801368
5900	0,04371375	-16,141001
6000	0,04318558	-17,154234
6100	0,04304833	-17,417524
6200	0,04201629	-19,397356
6300	0,04191989	-19,582277
6400-6500	0,04164892	-20,102104
7300	0,03622534	-30,506525
7400	0,03585979	-31,207773
7500-7600	0,03343001	-35,868988
7700-8000	0,03106199	-40,411716
8100-8200	0,03001501	-42,420216
8300-8400	0,02892317	-44,514759
8500-8800	0,02502293	-51,996845
8900-9000	0,02149142	-58,771587
9100-9200	0,01905711	-63,441479
9300-10300	0,01726942	-66,870918
10400-11200	0,01529699	-70,654755
>11300	0,00000000	-100,000000

Таблица 3

Результаты расчёта дозы фликера для электроприёмника «дробилка карандашей»

Откидываемая мощность, Вт	Доза фликера, о. е.	Погрешность, %
0-100	0,16289814	0,000000
21100-22000	0,16097133	-1,182831
22100-22600	0,16014622	-1,689348
22700-23100	0,15923797	-2,246909
23200-23700	0,15888976	-2,460668
23800-24000	0,15849960	-2,700178
24100-24200	0,15826307	-2,845377
24300-24700	0,15690228	-3,680739
24800-25100	0,15632235	-4,036751
25200-26200	0,15585741	-4,322164
26300-27200	0,15548600	-4,550166
27300-27800	0,15477170	-4,988662
27900	0,15400545	-5,459046
28000-28100	0,15315226	-5,982807
28200-28700	0,15091935	-7,353547
28400-28700	0,15008637	-7,864893
28800-29900	0,14866830	-8,735418
30000-33300	0,14691541	-9,811488
33400-40600	0,14083390	-13,544806
40700-57700	0,13151900	-19,263039
>57800	0,00000000	-100,000000

По результатам расчёта, представленным в таблицах 2 и 3, можно сделать вывод о том, что величина колебания мощности напряжения, которую можно не учитывать при расчётах дозы фликера для данных электроприёмников, составляет примерно 30–40% от мощности главного двигателя (37% и 29% для «рубильной машины» и «дробилки карандашей» соответственно), погрешность вычисления дозы фликера в данном случае не более 10%. Для «рубильной машины»

величина колебания мощности напряжения, которой можно пренебречь, больше, чем для «дробилки карандашей». Это объясняется тем, длительность пиков активной мощности у «рубильной машины» дольше, чем у «дробилки карандашей», так как рубка шпона осуществляется медленнее, чем дробление карандашей (у «рубильной машины» производительность щепы составляет порядка $40 \text{ м}^3/\text{ч}$, а у «дробилки карандашей» $80 \text{ м}^3/\text{ч}$). Также влияние оказывает скорость вращения ротора электродвигателя машины (у «рубильной машины» скорость вращения составляет 480 об/мин , а у «дробилки карандашей» 550 об/мин).

На рис. 4 и рис. 5 представлены графики зависимости погрешности вычисления дозы фликера от величины неучтенного колебания активной мощности для исследуемых электроприёмников. По ним можно оценить вклад, который вносит размер колебания активной мощности.

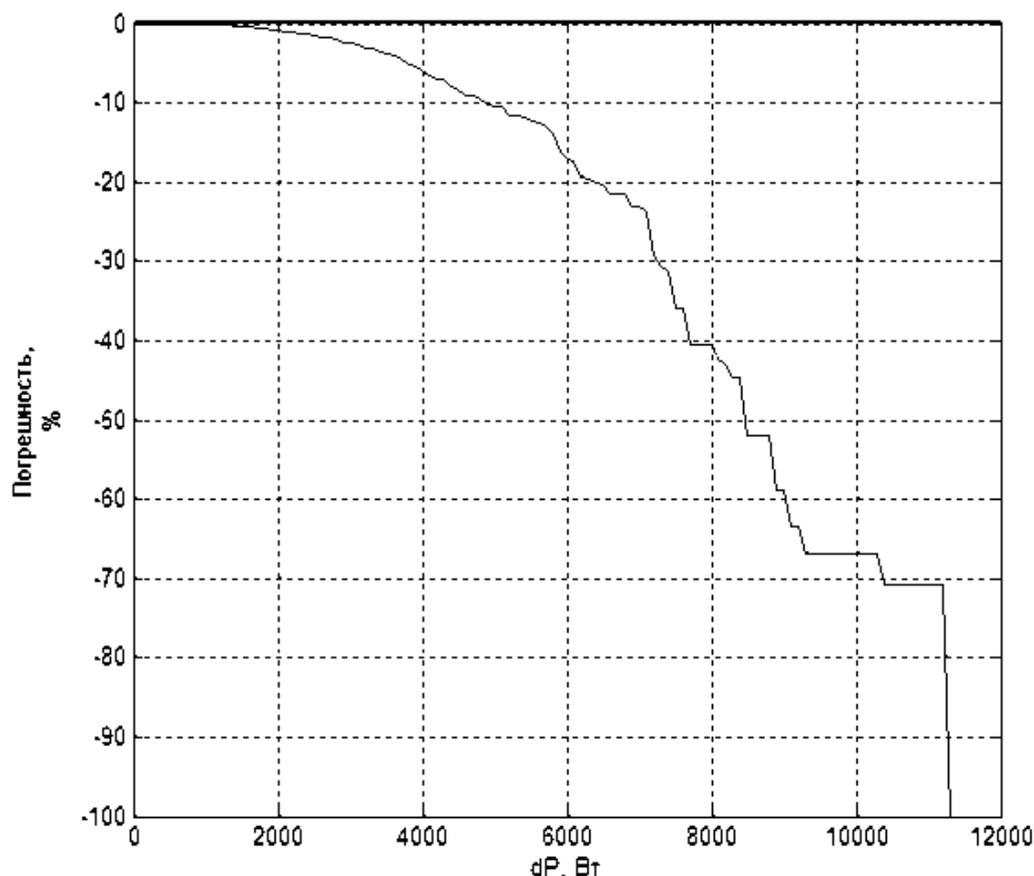


Рис. 4. График зависимости погрешности вычисления дозы фликера от величины неучтённого колебания активной мощности для электроприёмника «рубильная машина»

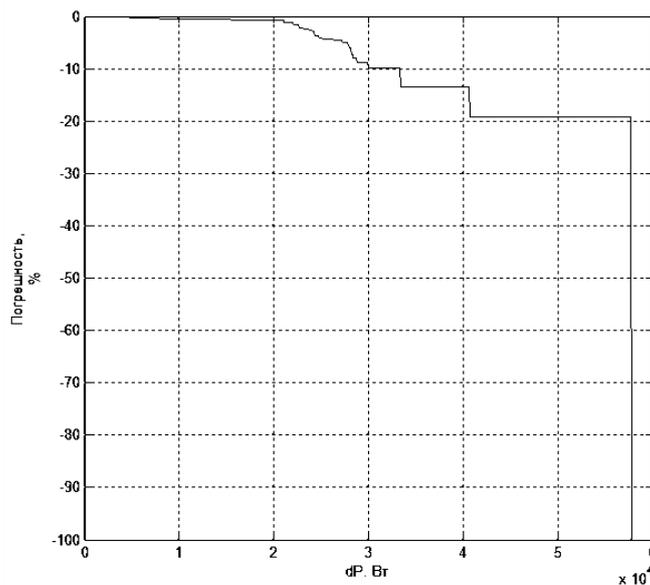


Рис. 5. График зависимости погрешности вычисления дозы фликера от величины неучтённого колебания активной мощности для электроприёмника «дробилка карандашей»

Таким образом, вклад колебаний активной мощности напряжения в величину дозы фликера имеет ступенчатый характер, который проявляется в большей степени при приближении к диапазону максимальных колебаний мощности и увеличении резкопеременности нагрузки.

При выборе способов и аппаратов для снижения колебаний напряжения от электроприёмников, работающих с резкопеременной нагрузкой, необходимо учитывать, что достаточный эффект будет давать уменьшения колебания мощности напряжения на определенную величину, зависящую от мощности, скорости вращения ротора электродвигателя главного привода и особенностей технологического процесса (длительности циклов работа-пауза, производительности).

Список литературы

1. ГОСТ 32144-2013. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. Введ. 2014-07-01. – М. : ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 2014. – 20 с.
2. ГОСТ Р 51317.1.2-2007. Совместимость технических средств электромагнитная. Методология обеспечения функциональной безопасности технических средств в отношении электромагнитных помех. Введ. 2008-07-01. – М. : ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 2008. – 51 с.

3. *Жежеленко И. В., Саенко Ю. Л.* Показатели качества электроэнергии и их контроль на промышленных предприятиях. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 2000. – 252 с. : ил.

РОМАНЕНКО Екатерина Анатольевна – магистрант кафедры электропривода и автоматизации промышленных установок, Вятский государственный университет. 610000, г. Киров, ул. Московская, 36.

E-mail: rinaromanen@gmail.com