

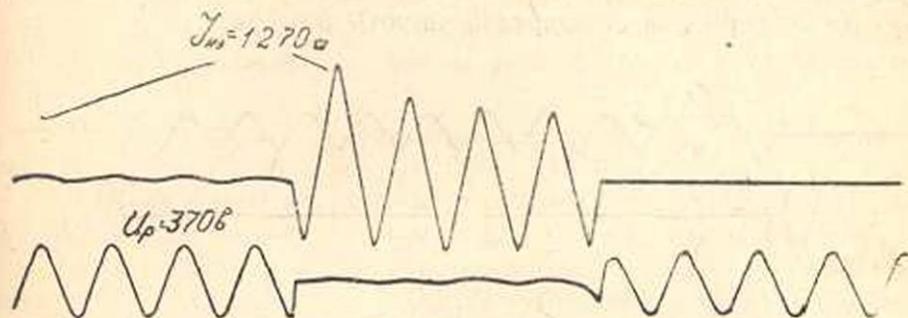
НАУЧНЫЕ ЗАМЕТКИ

А. Г. Адоян и Н. Д. Карасева

Исследование токов короткого замыкания в малых действующих электросистемах низкого напряжения

Существующие методы расчета токов короткого замыкания нашли весьма широкое применение для расчета мощных электросистем высокого напряжения, где эти токи могут достичь огромных значений—в несколько десятков и даже сотен тысяч ампер.

Исследования малых электрических систем низкого напряжения показывают, что при анализе качественных и количественных сторон происходящих в них переходных процессов (и, в частности, коротких замыканий) нельзя руководствоваться существующими методами, применяемыми для мощных энергетических систем.



Фиг. 1. Двухфазное короткое замыкание на клеммах генератора мощностью 138 ква, напряжением 400 вольт.

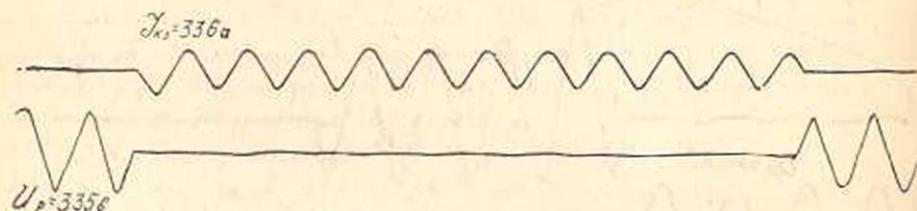
Специфические особенности электрических и энергомеханических параметров элементов малых систем обуславливают не только количественные, как это предполагали ранее, но и качественные отличия переходных процессов в этих системах от таковых в мощных системах. К числу этих особенностей следует отнести:

- а) малую генерирующую мощность;
- б) соизмеримость активных и реактивных сопротивлений элементов системы, в том числе сопротивлений шин, трансформаторов тока, рубильников, предохранителей и проч.;
- в) отсутствие значительного запаса кинетической энергии вращающихся агрегатов;

- г) отсутствие резерва потенциальной энергии в виде паровых котлов или регулировочных водных бассейнов;
- д) наличие линий передач с железными проводами или выполненных по системе: два провода—земля (ДПЗ);
- е) отсутствие быстродействующих регуляторов напряжения генераторов и регуляторов скорости турбин;
- ж) преобладание осветительной нагрузки над моторной.

Настоящая работа является отдельным звеном в системе экспериментальных исследований, проведенных Лабораторией электротехники Академии наук Армянской ССР в малых электросистемах.

Для экспериментального определения величин токов короткого замыкания и выяснения характера этого процесса производилось осциллографирование токов и напряжения в месте искусственно созданного короткого замыкания при различных нагрузках и видах короткого замыкания (однофазное, двухфазное и трехфазное), а также при различных удаленностях точек искусственно созданного короткого замыкания от генерирующего источника. При этом продолжительность короткого замыкания обуславливалась временем перегорания плавких вставок, установленных в цепи короткого замыкания, что являлось также мерой предотвращения возможных аварий в испытываемой системе. Практически, в зависимости от параметров оборудования и места короткого замыкания, это время составляло от двух до 20 периодов стандартной частоты 50 герц.



Фиг. 2. Двухфазное короткое замыкание на низкой стороне понижающего трансформатора мощностью 50 ква, напряжением 6,3/0,4 кв.

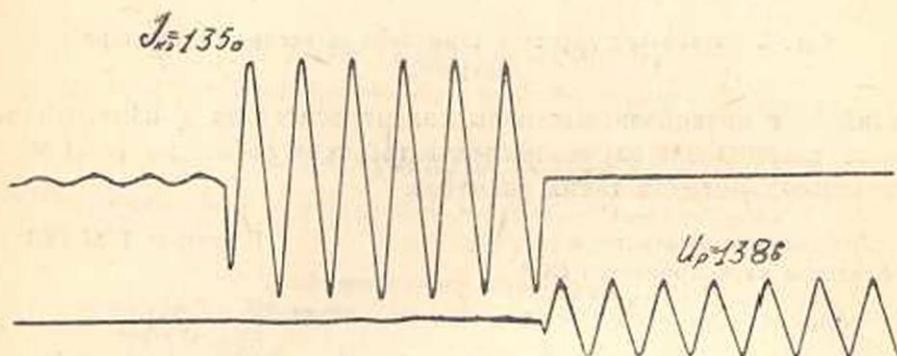
При отдельных опытах короткого замыкания (для получения масштаба) вначале осциллографировался известный активный ток, дополнительный к рабочему току системы, протекающий только в цепи искусственного короткого замыкания.

Эксперименты производились в действующих сельскохозяйственных электросистемах различной мощности, на микрогэс, а также в низковольтных потребительских точках с питанием от мощной системы. Осциллографировано около семидесяти случаев короткого замыкания в различных точках указанных систем. Типичные из них приведены на фиг. 1, 2, 3 и 4.

На основании проведенных экспериментальных исследований можно прийти к следующим выводам.

1. Начальная (эффективная) величина полного тока трехполюсного короткого замыкания на клеммах гидрогенераторов мощностью до 150 *кв*а при номинальном напряжении 230—400 вольт, не превышает 1300—2000 ампер, что составляет 6,2—9,2  $I_{ном}$  генератора данной системы.

2. При коротких замыканиях в точках за импеданцем повышающих и понижающих трансформаторов и линий, т. е. в удаленных точках тех же систем, величина тока трехполюсного короткого замыкания при том же напряжении составляет 200—300 ампер или 1,02—1,5  $I_{ном}$  системы.



Фиг. 3 Однофазное короткое замыкание на штепселе потребителя крупной энергосистемы с питанием через понизительный трансформатор 100 *кв*а, 6,3/0,22 *кв*.

Величина тока однополюсного короткого замыкания в этих точках равна 96—220 амперам или 0,51—1,14  $I_{ном}$  системы.

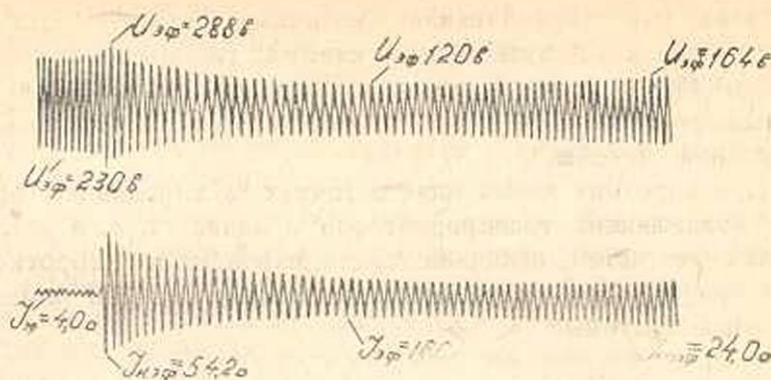
3. Полученные результаты позволяют уточнить технические условия на низковольтную коммутационную электрическую аппаратуру для автономных малых электросистем и для коммунально-бытовых сетей, питающихся от мощных энергосистем через понизительные трансформаторы мощностью до 100 *кв*а.

4. При коротких замыканиях в точках за импеданцем повышающих и понижающих трансформаторов и линий, токи короткого замыкания протекают без заметного затухания, которое имеет место при коротком замыкании на клеммах понизительного трансформатора с питанием от мощной системы.

5. Длительные однополюсные короткие замыкания в системах микрогэс вызывают колебания скорости вращения агрегата (см. осциллограмму на фиг. 4), обусловленные переходным режимом.

6. Длительные короткие замыкания в точках за импедансами трансформаторов и линий не вызывают заметного изменения скорости вращения агрегатов.

7. Полученные результаты позволяют дать критическую оценку существующих методов аналитического расчета токов короткого



Фиг. 4. Двухфазное короткое замыкание на клеммах генератора микрогэс.

замыкания в низковольтных малых электросистемах и наметить основные направления научно-исследовательских работ по разработке современных методов таких расчетов.

Лаборатория электротехники  
Академии наук Армянской ССР

Поступило 1 XI 1951

Ա. Գ. Ադոյան եւ Ն. Դ. Կորասեւ

## ԿԱՐՃ ՄԻԱՑՄԱՆ ՀՈՍԱՆՔՆԵՐԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ ՑԱԾԻՐ ԼԱՐՄԱՆ ԳՈՐԾՈՂ ՓՈՔՐ ԷԼԵԿՏՐՈՍԻՍԵՄՆԵՐՈՒՄ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Հողվածում լուսարանվում են Հայկական ՍՍՐ Գիտությունների ակադեմիայի էլեկտրոտեխնիկայի լաբորատորիայի կողմից դործող մի շարք փոքր հզորությունների և ցածր լարման էլեկտրոսիստեմներում կատարված կարճ միացման հոսանքների փորձնական հետազոտումների նախնական արդյունքները: Այդ հետազոտումների հիմնական մեթոդիկան հետևյալն է. նորմալ դործող էլեկտրոսիստեմի որոշ կետերում ստեղծվում են արհեստական միաֆազ և բազմաֆազ կարճ միացումներ, հատիչի և դյուրահալ ապահովիչների միջոցով: Դյուրահալ ապահովիչների ներդիր լարերի հատվածքը ընտրվում է կարճ միացման պրոցեսի այս կամ այն տեղությունը ապահովելու պայմանով:

Եռաշեյքի օսցիլոգրաֆի միջոցով ճշգրիտ որոշվում են կարճ միացման հոսանքներն ու լարման մեծությունները և նրանց փոփոխման կորերի բնույթը:

Ստացված օսցիլոգրամների առանձին նմուշները բերված են 1—4 նկարներում:

Շուրջ 70 փորձերից ստացված օսցիլոգրամների մշակման ու անալիզի նախնական արդյունքների հիման վրա արվում են եզրակացություններ, որոնք կարող են օգտագործվել հիշյալ էլեկտրոսիստեմների ավտոմատիզացիայի հետ կապված հաշվումներում: