

ВЫБОР МОЩНОСТИ СТАТИЧЕСКИХ ТИРИСТОРНЫХ КОМПЕНСАТОРОВ ДЛЯ СВЕРХМОЩНЫХ ДУГОВЫХ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ПЕЧЕЙ

Полозюк П.Ю., Пелагеин Т.Е.

Научный руководитель – ст. преподаватель Николаев А.А.

*Магнитогорский государственный технический университет
им. Г.И. Носова*

Для компенсации реактивной мощности и повышения качества электрической энергии в сетях с нелинейными и резкопеременными нагрузками применяют статические компенсаторы реактивной мощности. Одна из типовых схем компенсатора, работающего в комплексе со сверхмощной дуговой сталеплавильной печью (ДСП-180 ОАО «ММК»), приведена на рис. 1.

Схема компенсатора содержит регулируемую индуктивность в виде тиристорно-реакторной группы (ТРГ) на 180 МВАр, а также фильтры 2-й, 3-й и 4-й гармоник (Ф2, Ф3, Ф4), генерирующие на основной частоте соответственно – 45, 67 и 68 МВАр. За счёт изменения угла управления тиристоров ТРГ в диапазоне от 100 до 180 эл. градусов обеспечивается плавное изменение реактивной мощности компенсатора в пределах от 0 до -180 МВАр.

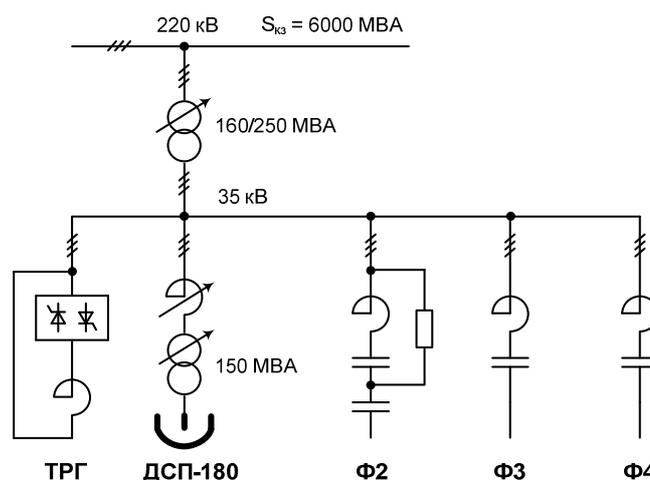


Рис. 1. Схема включения СКРМ ДСП-180

На действующих сверхмощных ДСП установлены СТК с завышенным значением мощности. Данные по действующим установкам ДСП-СТК приведены в таблице 1. Это объясняется с одной стороны несовершенством текущих методик по выбору мощности статических тиристорных компенсаторов, а с другой стороны экономической заинтересованностью производителей СТК. Данные по действующим установкам ДСП-СТК приведены в таблице 1.

По существующей методике сначала выбирается мощность ТРГ по эмпирическим кривым, в зависимости от времени реагирования его системы управления, несимметричные режимы учитываются путем добавления 15 – 20% к выбранной мощности.

Новый метод выбора мощности СТК проводится в 3 этапа. На первом этапе по полученным уравнениям регрессии производится выбор мощности ФКЦ $Q_{ФКЦ}$ и

мощность ТРГ $Q_{ТРГ}$. На втором этапе выбирается состав фильтров и индуктивность реакторов. На третьем уровне выбирается система управления режимов работы. В данной работе выбор СТК производится на первом уровне (Рис. 2).

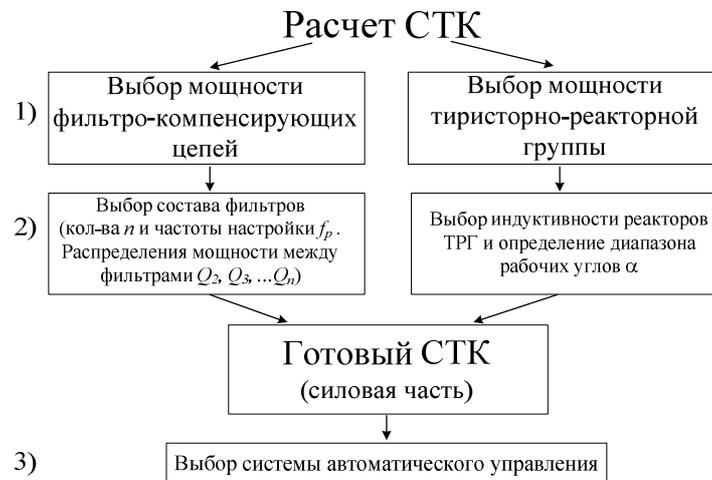


Рис. 2. Выбор мощности СТК

Таблица 1

Технические данные современных комплексов «ДСП-СТК»

Предприятие, страна	Тип ДСП, мощность печного трансформатора	Мощность СТК $Q_{СТК}$, МВАр	Напряжение, кВ	$Q_{СТК} / S_{ПТ}$
ОАО «ММК», Россия	ДСП-180, $S_{тр} = 150$ МВА	180	35	1,20
Colakoglu, Турция	ДСП-355, $S_{тр} = 240$ МВА	310	35	1,29
POSCO, Южная Корея	ДСП-95, $S_{тр} = 85$ МВА	120	22	1,41
Deasero Selaya, Мексика	ДСП-112, $S_{тр} = 120$ МВА	140	35	1,20
Arcelor, Испания	ДСП-130, $S_{тр} = 90$ МВА	135	25	1,50

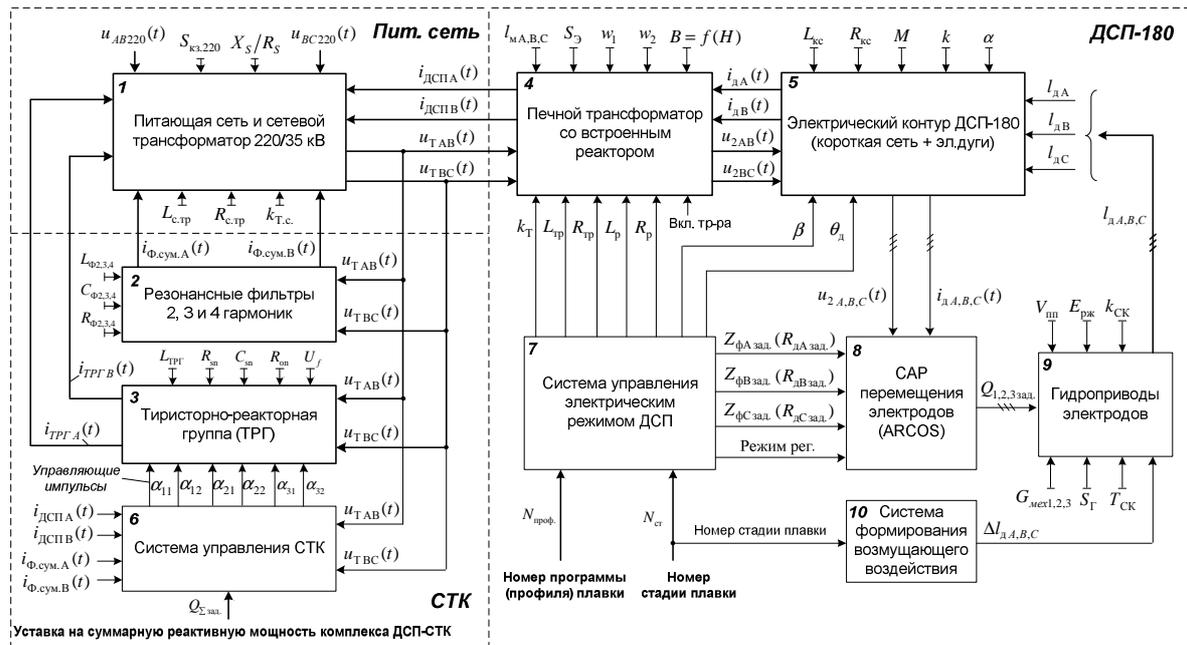


Рис. 3. Блок-схема математической модели комплекса «ДСП-СТК»

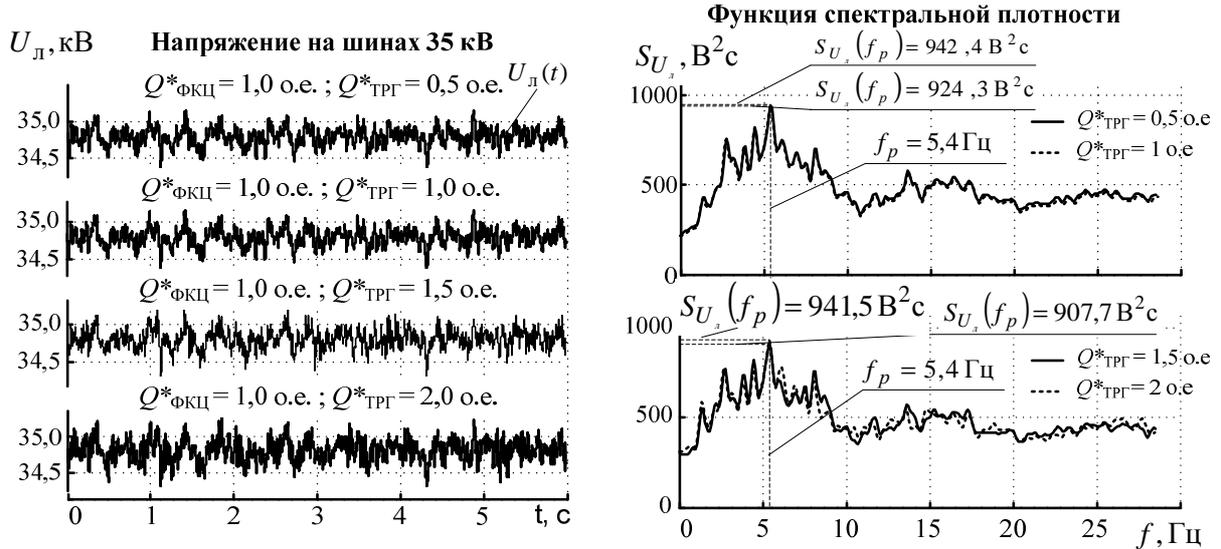


Рис. 4. Статистические характеристики напряжения на шине 35 кВ при изменении мощности ТРГ и постоянстве ФКЦ ($Q_{ТРГ}^* = 0,5 \div 2,0$ о.е.; $Q_{ФКЦ}^* = const = 1,0$ о.е.)

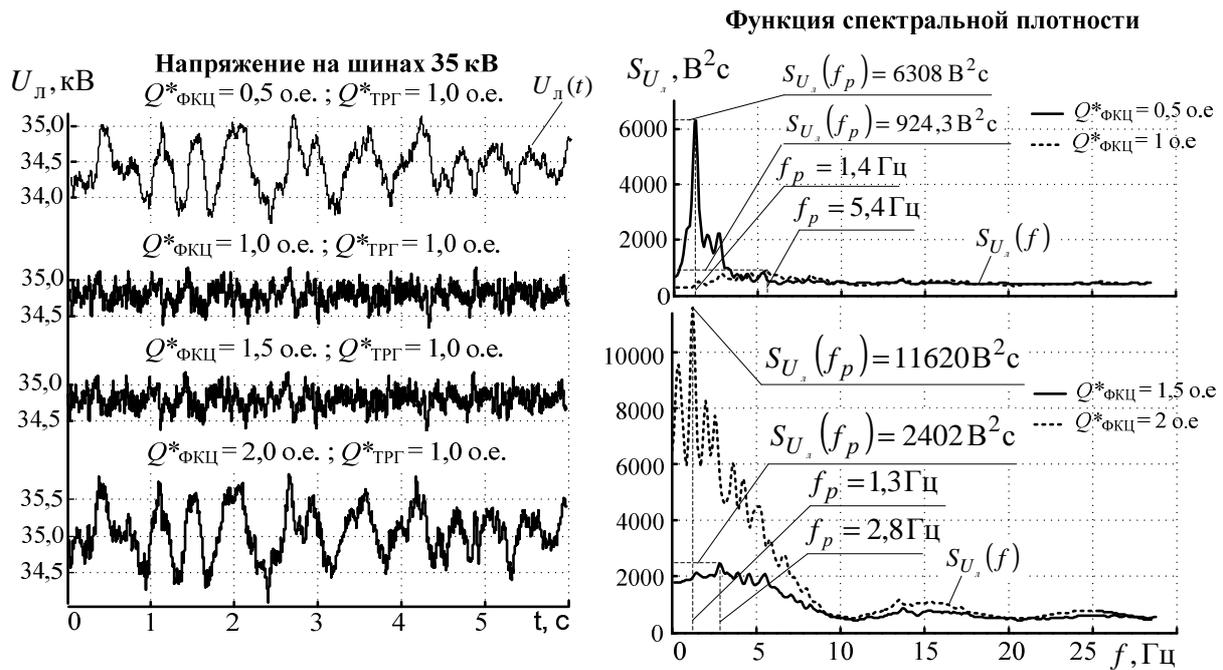


Рис. 4. Статистические характеристики напряжения на шине 35 кВ при изменении мощности ФКЦ и постоянстве ТРГ ($Q_{\text{ТРГ}}^* = \text{const} = 1 \text{ о.е.}; Q_{\text{ФКЦ}}^* = 0,5 \div 2,0 \text{ о.е.}$)

Исследования проводились на основе математической модели системы "СТК – ДСП" ОАО ММК, разработанной коллективом кафедры электроснабжения промышленных предприятий ГОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова». (Николаев А.А. Повышение эффективности работы статического тиристорного компенсатора сверхмощной дуговой сталеплавильной печи: диссертация, 2010. 204с.). С помощью данной модели снимались статистические характеристики напряжения на шине 35 кВ при пропорциональном изменении мощности ТРГ и ФКЦ.

Из приведенных графиков видно, что мощность ТРГ слабо влияет на колебание напряжения (рис. 3.), достаточно мощности, при которой выполняются свои функции. Большую роль оказывает мощность ФКЦ, т.к., при недостаточной компенсации, ТРГ полностью выведен из работы, и СТК не будет выполнять свою функцию.

При завышенной мощности ФКЦ реакторы работают при углах близких к 180 эл.° , что соответствует полному открытию тиристорov. В таких условиях ТРГ также не сможет подавить колебания напряжения и симметризовать нагрузку, и, как следствие, конденсаторы будут «раскачивать» сеть, что видно из рис. 4.

Алгоритм расчета мощности состоит в следующем (Рис. 6). Имеется сложная математическая модель, в которой учитываются все факторы. Основные факторы, определяющие режим работы комплекса, в относительных единицах перебираются с определенной дискретой. В связи с тем, что работники при расчете СТК не будут иметь данную модель, на основе полученных результатов выводится сложное регрессионное уравнение (упрощенная математическая модель) с 5 факторами, такими как $S_{\text{кз}}, D_Q, k_{\text{нес}}$,

$Q_{\text{ФКЦ}}, Q_{\text{ТРГ}}$ ($\hat{Y} = B_0 + \sum_{i=1}^n B_i \cdot X_i$). Динамическими показателями, по которым

выбираются мощности ТРГ и ФКЦ, являются – доза фликера P_{fb} , размах колебания напряжения δU_t , отклонение напряжения ΔU_t . Поскольку размах колебаний зависит от дозы фликера, то получим регрессионное уравнение для дозы фликера. В сложную математическую модель с 5 факторами подставляем исходные данные ($S_{\text{кз}}, D_Q, k_{\text{нес}}$) и получаем регрессионное уравнение с двумя факторами

($P_{st} = B_0 + B_1 \cdot Q_{ТРГ} + B_2 \cdot Q_{ФКЦ} + B_3 \cdot Q_{ТРГ}^2 + B_4 \cdot Q_{ФКЦ}^2 + B_5 \cdot Q_{ТРГ} \cdot Q_{ФКЦ}$). Затем строится плоскость и выбираются значения мощности ФКЦ и ТРГ, с наилучшим показателем дозы фликера (в данном случае $Q_{ФКЦ}=0,95$ о.е., $Q_{ТРГ}=1,4$ о.е.).

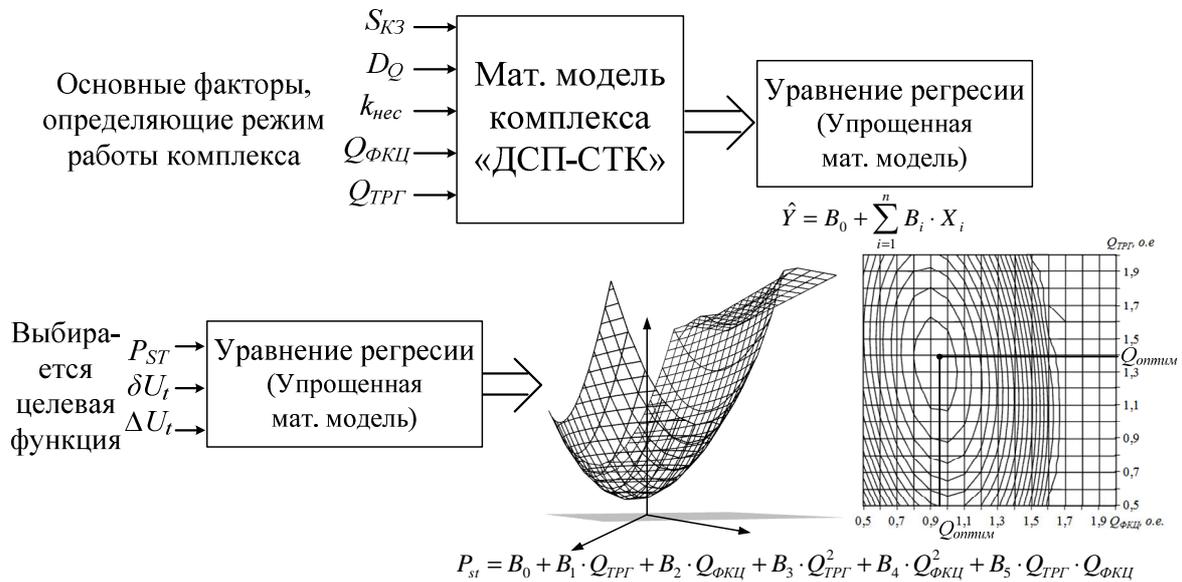


Рис. 6. Алгоритм расчета мощности СТК

Вывод: В результате проведенной работы был разработан новый метод выбора расчета СТК, который, по сравнению с другими методами, учитывает большее число факторов, несимметричный режим работы и позволяет более рационально выбрать мощность фильтрокомпенсирующих цепей и мощность тиристорно-реакторной группы.