

**Багаев К.И.**

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова  
Научный руководитель - А.А. Грибанов, к.т.н., доцент

## ТРАНСФОРМАТОР С АМОΡФНЫМ СЕРДЕЧНИКОМ

Распределительные трансформаторы мощностью 25-630 кВА напряжением 6-10 кВ – наиболее массовая серия производимых и эксплуатируемых трансформаторов в нашей стране и за рубежом. Общее количество распределительных трансформаторов в России составляет более чем 3 млн. шт. А общие потери электроэнергии в распределительных трансформаторах оцениваются в 75 млрд. кВт·ч.

Потери в трансформаторе можно разделить на потери холостого хода  $P_0$  – это потери, которые присутствуют в трансформаторе, подключенном к сети, всегда независимо от загрузки, и потери короткого замыкания  $P_k$  – это потери, зависящие от загрузки трансформатора. В общих потерях электроэнергии  $P_k$  и  $P_0$  участвуют одинаково.

Уменьшение потерь  $P_0$  связано с изменением конструкции и материала магнитопровода. Наиболее перспективный путь снижения затрат на производство и эксплуатацию силовых распределительных трансформаторов – это применение магнитопровода из аморфных (нанокристаллических) сплавов. Это вещества с характерным строением, которое близко к структуре расплавленного металла или стекла. Благодаря характерной структуре аморфные металлы обладают рядом особых свойств: они становятся в несколько раз прочнее, значительно улучшаются электромагнитные свойства, повышается стойкость к коррозии. В противоположность обычным стеклам они проявляют заметную пластичность. Эти вещества обеспечивают более чем пятикратное снижение потерь холостого хода по сравнению с трансформатором с магнитопроводом из холоднокатаной электротехнической стали. Аморфные ленты изготавливаются при охлаждении расплава со скоростью  $10^6$  °C/с на быстровращающемся охлаждаемом барабане (рисунок 1).

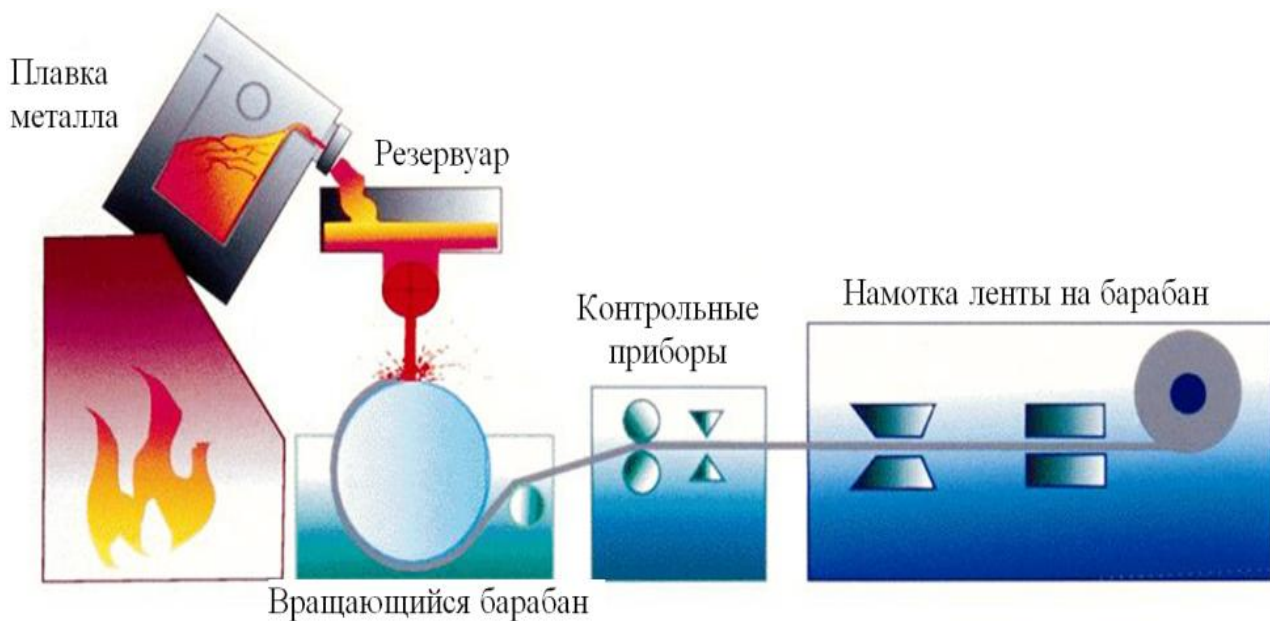


Рисунок 1. Схема установки для получения аморфных лент.

Применение аморфной стали для изготовления магнитопровода позволяет в 3-4 раза снизить потери холостого хода трансформатора. Кроме того КПД трансформаторов с магнитопроводами из аморфной стали значительно выше, чем КПД традиционных трансформаторов. Исследования, проведенные академиком РАН (отделение ОЭМПУ, секция СЭ) д.т.н. Янушем Данилевичем показывают, что КПД трансформатора с сердечником из аморфной стали достигает 94,13%, тогда как у трансформатора с сердечником из обычной трансформаторной стали этот показатель составляет 90,09% . Похожие данные приводит компания Metglas Inc: используя аморфную сталь можно сократить потери в трансформаторе на 71-80% (по сути – в пять раз).

Основываясь на характеристиках, предоставляемых производителями стали, был произведён приближенный расчёт трансформатора с аморфным сердечником мощностью 250 кВА. Сравнение КПД рассчитанного трансформатора с КПД существующего трансформатора той же мощности (рисунок 2) показало, что при низком коэффициенте загрузки КПД аморфного трансформатора выше более чем на 1%.

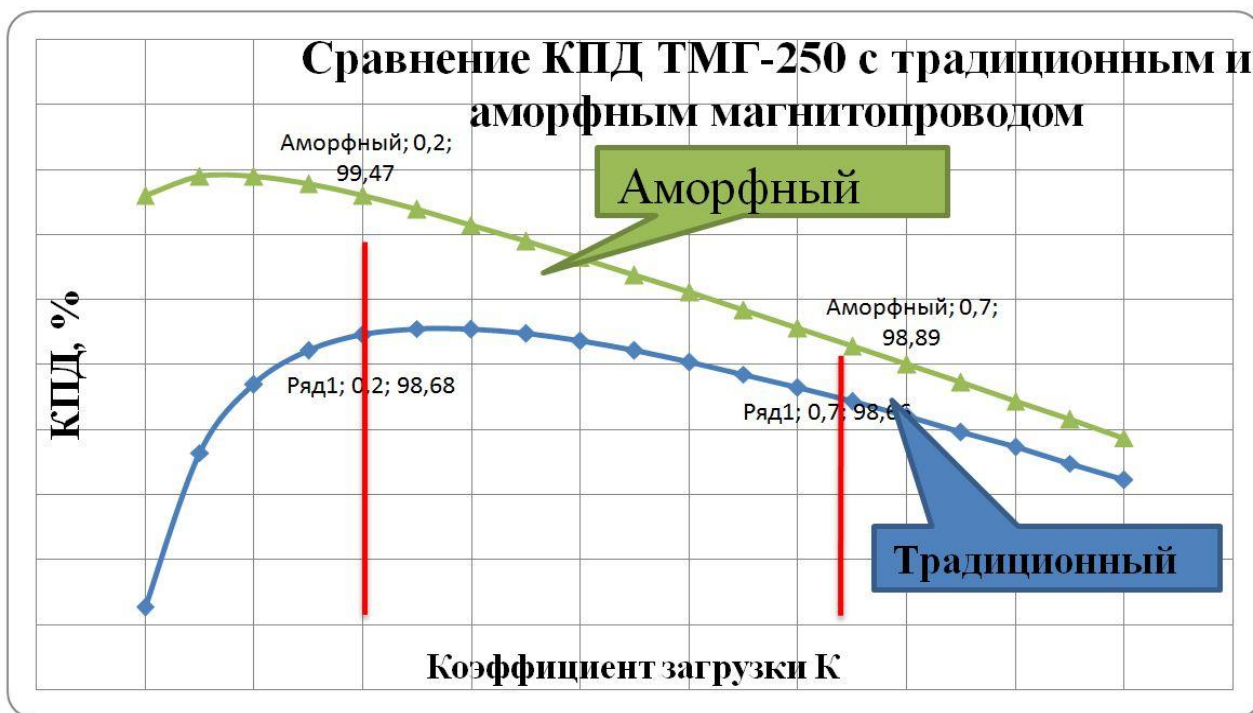


Рисунок 2. Сравнение КПД трансформаторов.

Уменьшение потерь выгодно как для сетевых компаний, так и для непосредственных потребителей электроэнергии. Так, стоимость 1 кВт\*ч потерь для сетевых компаний составляет 1 рубль, а для конечных потребителей 1,5 – 3 рубля. В таблица 1 представлено сравнение производимых и установленных в России трансформаторов и проектируемого трансформатора мощностью 250 кВА.

Таблица 1. Техничко-экономическое сравнение трансформаторов мощностью 250 кВА.

	Pк, Вт	Pо, Вт	Стоимость потерь при 1кВт*ч=1руб.	Стоимость потерь при 1кВт*ч=2руб	Стоимость потерь при 1кВт*ч=3руб
<b>Коэффициент загрузки 1</b>					
Аморфный	2350	150	21900	43800	65700
Существующий	4200	530	41435	82870	124304
Разница	1850	380	19535	39070	58604
Разница в %	44	72	47	47	47
<b>Коэффициент загрузки 0,7</b>					
Аморфный	2350	150	11401,14	22802,28	34203,42
Существующий	4200	530	22671	45342	68013
Разница	1850	380	11270	22539	33809
Разница в %	44	72	50	50	50
<b>Коэффициент загрузки 0,5</b>					
Аморфный	2350	150	6460,5	12921	19381,5

Существующий	4200	530	13841	27682	41522
Разница	1850	380	7380	14761	22141
Разница в %	44	72	53	53	53
Коэффициент загрузки 0,2					
Аморфный	2350	150	2137,44	4274,88	6412,32
Существующий	4200	530	6114	12229	18343
Разница	1850	380	3977	7954	11931
Разница в %	44	72	65	65	65

### Библиографический список

1. Бормосов, В.А. Перспективы и состояние разработок распределительных трансформаторов массовых серий / М.Н. Костоусова, А.Ф. Петренко, Н.Е. Смольская . - М.: Информэлектро, 1988.

2. Савинцев Ю.М. Анализ состояния производства в РФ силовых масляных трансформаторов I-III габаритов // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. – 2012. – № 1. – С. 43-53