

В. А. КЮРКЧЯН

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ РЕЗЦА ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ОБРАБОТКИ РОТОРОВ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ В СБОРЕ

В настоящее время потребность в электродвигателях малой и средней мощности, необходимых для элементов автоматики, бытовых приборов, промышленного оборудования и т. д., быстро растет. И вполне очевидно, что даже незначительное повышение к. п. д. электродвигателей приведет к большой экономии электроэнергии в масштабах страны.

Одним из путей повышения технико-экономических показателей электрических машин является снижение добавочных потерь.

Значительную роль в их возникновении играет обработка роторов резанием. При обточке бочки ротора, в отличие от деталей из цельного и однородного материала, происходит замыкание пластин магнитопровода, наволакивание алюминия на сталь, упрочнение поверхностного слоя металла, что и обуславливает появление добавочных потерь.

Исключение операции механической обработки роторов было бы лучшим решением вопроса, однако по ряду объективных причин сегодня это не представляется возможным.

При оценке воздействия того или иного режущего инструмента на деталь необходимо учитывать не только точность, шероховатость поверхности, глубину и степень деформации, но и изменение магнитных характеристик отдельных листов и всего ротора в целом, что и должно обуславливать выбор инструмента.

Некоторые исследователи видят возможность снижения потерь при обточке в изменении структуры и состава электротехнической стали. Например, согласно [4] необходимо в электротехнической стали уменьшать содержание алюминия и иметь более крупнозернистую структуру.

Наша же цель — это исследование возможности снижения потерь от обработки в уже созданных и применяющихся марках стали.

Исследованию подвергалась холоднокатанная электротехническая сталь марки Э0100, применяющаяся для изготовления магнитопроводов электродвигателей серии А4.

Одним из главных факторов, влияющих на снижение потерь, является действие составляющих силы резания на каждый отдельный лист сердечника и продолжительность этого действия. В силу анизотропности холоднокатанной электротехнической стали ее магнитные характеристики в продольном и поперечном направлениях несколько различны. При торцевом давлении на лист этой стали магнитные характеристики

последнего значительно меняются, причем в продольном и поперечном направлениях в различной степени, что еще более увеличивает разброс магнитных свойств. Кроме того, их ухудшение наблюдается и при изгибе наружного контура роторного листа, возникающего в процессе резания под действием осевой составляющей силы резания.

Следовательно, чем меньше давление на каждый отдельный лист ротора и чем меньше продолжительность этого воздействия, тем меньше ухудшение его магнитных параметров.

С этой точки зрения рассмотрим возможность применения для операции обточки бочки ротора, обычного проходного резца с $\varphi = 45^\circ$, самовращающегося ротационного чашечного резца, безвершинного резца, и резца КБ-1 (рис. 1).

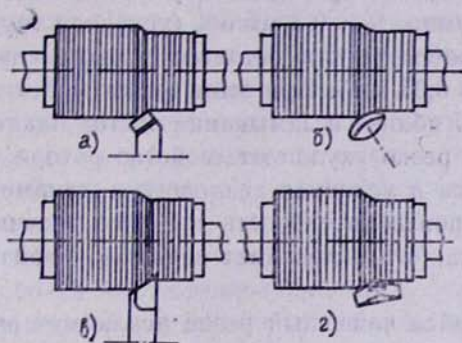


Рис. 1. Схемы обточки роторных сердечников различными инструментами:

- а) обычным проходным резцом; б) ротационным чашечным резцом;
в) безвершинным резцом; г) резцом КБ-1.

При обработке чашечным резцом сила, действующая на лист, изменяется как по направлению, так и по величине от 0 в точке касания режущей чашки с деталью до максимума в точке касания режущей кромки с обработанной поверхностью.

В случае обработки безвершинным резцом и резцом КБ-1 сила направлена под углом к плоскости листа по всей длине режущей кромки, и, что самое главное, длина срезаемого слоя в этих случаях значительно больше, чем в первых двух случаях. Это дает большой эффект по той причине, что уменьшается давление, приходящееся на каждый отдельный лист.

Увеличение потерь от вихревых токов при торцевых нагрузках следует связать с разрушением магнитной текстуры металла.

Наклеп, возникающий в процессе резания, также ведет к ухудшению магнитных свойств вследствие разрушения магнитной текстуры. А с уменьшением давления уменьшается соответственно и глубина наклепа.

В экспериментах, проведенных нами, использовались шихтованные и залитые алюминием сердечники роторов, насаживаемые при обточке на специальную оправку.

Как уже было сказано, в качестве режущего инструмента применялись обычные проходные резцы, оснащенные твердосплавной

пластинкой Т15К6 с углами $\varphi = 45^\circ$; $\gamma = 10^\circ$; $\lambda = 8^\circ$, безвершинные резцы БРМ — 1 оснащенные твердосплавной пластинкой Т15К6 при $\gamma_n = 10^\circ$; $\alpha_n = 40^\circ$; $\varphi = 8^\circ$; $\psi = 25^\circ$, самовращающиеся чашечные твердосплавные резцы Т15К6 $\varnothing 46$ мм, $\alpha = 30^\circ$; $\gamma = 15^\circ$ и резцы КБ — 1 из твердого сплава Т15К6 и углами $\varphi_1 = 18^\circ$; $\varphi_2 = 2^\circ$.

Цель экспериментов — путем обработки образцов вышеуказанными инструментами и дальнейшим изучением поверхностного слоя установить оптимальный вид инструмента для данной операции.

Выбор инструментов не случаен. В настоящее время обточка роторов на электротехнических предприятиях производится обычными проходными и ротационными чашечными самовращающимися резцами.

Обработка обычными проходными резцами ведется при режимах порядка $V = 190$ м/мин, $S = 0,3$ мм/об. (условная глубина резания по технологическим соображениям остается во всех случаях постоянной, в нашем случае $t = 0,35$ мм). При этом имеют место такие отрицательные явления, как загибание и замыкание листов пакета, наволакивание алюминия, которые резко ухудшают свойства ротора. Вершина проходного резца, находясь в условиях теплового и динамического напряжения, лимитирует производительность и не обеспечивает необходимой чистоты поверхности, что вынуждает зачастую производить шлифовку бочки ротора.

Самовращающийся чашечный резец исключает ряд перечисленных недостатков обычного проходного резца. Однако этот резец не универсален. Диаметр режущей чашки зависит от диаметра обрабатываемой детали. Кроме того, установочное приспособление сложно в изготовлении, имеет большие габариты, относительно низкую жесткость в силу многозвенности.

Большой интерес представляет использование для операции обточки ротора, безвершинного резца и резца КБ-1, в какой-то мере восполняющие пробелы в конструктивных и технологических характеристиках описанных резцов.

В отличие от обычных, безвершинный резец работает в условиях свободного резания. Передняя грань наклонена в сторону подачи, что дает свободный сход стружки в вертикальном направлении, не требуя настройки резца по отношению к оси вращения шпинделя.

Резец КБ-1 требует простейшей настройки. Он, как и безвершинный резец, прост в изготовлении, не требует дополнительных приспособлений для установки, как это имеет место при использовании ротационных самовращающихся резцов.

Безвершинный резец и резец КБ-1 хорошо работают в условиях переменной глубины резания. А глубина резания при обточке роторов изменяется по причине смещенности отдельных листов ротора друг относительно друга.

Ротационный, безвершинный резцы и резец КБ-1 позволяют вести обработку при очень высоких скоростях и больших подачах. Нами были обработаны роторы при режимах $V = 350$ м/мин, $S = 0,56$ мм/об. Уве-

Увеличение скорости обработки позволяет сократить время воздействия силы резания на каждый участок листа сердечника, а увеличение подачи уменьшает число воздействий на листы. Кроме того, с увеличением скорости, резания, как известно, силы резания уменьшаются и, соответственно уменьшается степень наклепа обработанной поверхности, что благоприятно сказывается на изменении магнитных характеристик электротехнической стали.

Однако при таких прогрессивных режимах при обработке безвершинным и ротационным резами наблюдается значительное ухудшение качества поверхности.

Отлично работает в этих условиях резец КБ-1. Он позволяет увеличивать подачу до 0,56 мм/об., сохраняя при этом высокое качество обработанной поверхности. Резец КБ-1 позволяет совместить преимущества скоростного и силового резания. Кроме того, радиальная составляющая силы резания P_y при обработке резцом КБ-1 меньше, чем у других испытываемых инструментов, что, как было указано выше, является положительным для исследуемого процесса.

Что касается загибания листов и их замыкания через заусенцы, то исследования показали, что при таких прогрессивных режимах ($V = 530$ м/мин, $S = 0,56$ мм/об.), загибания в той или иной степени наблюдаются от обработки как ротационным, так и безвершинным резами. Это явление полностью отсутствует при обработке резцом КБ-1, и является очень ценным в силу необходимости обеспечения лучшей изоляции между роторными листами.

В процессе обработки резцом КБ-1, припуск снимается как бы в два прохода, т. е. происходит деление на основную и чистовую стружку, что уменьшает глубину и степень наклепа. Резец универсален, прост в изготовлении и эксплуатации. И в свете изученного его применение для операции обточки бочки ротора даст, безусловно, положительный эффект.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. Ф. Бобров, Д. Е. Иерусалимский. Резание металлов самовращающимися резами. М., «Машиностроение», 1972.
2. А. М. Вульф. Резание металлов. Л., «Машиностроение», 1973.
3. В. В. Дружинин. Магнитные свойства электротехнической стали. М., «Энергия», 1974.
4. Д. Зеегер. Увеличение потерь в стали в зависимости от технологии в производстве электрических машин. М., Информстандартэлектро, 1968.
5. М. В. Касьян, Г. С. Минасян. Особенности резания титановых сплавов безвершинными резами. Ереван, Изд. АН Арм. ССР, 1975.
6. Е. Г. Коновалов, В. А. Сидоренко, А. В. Соусь. Прогрессивные схемы ротационного резания металлов. Минск, 1972.