

ЯЗЫК И СТИЛЬ ИЗЛОЖЕНИЯ МАТЕРИАЛА В ТЕКСТЕ ДИССЕРТАЦИИ

В.А. ШАРШУНОВ, заместитель председателя;
Н.В. ГУЛЬКО, начальник отдела (ВАК Беларуси)

Диссертация является квалификационной научной работой, и по качеству ее оформления судят о научной зрелости и об общей образовательной подготовке соискателя. Поэтому языку и стилю изложения материала в тексте диссертации должно быть уделено значительное внимание [1]. Наличие орфографических и грамматических ошибок, грубых стилистических погрешностей и неточностей снижает ценность любого научного документа, какой бы интерес он ни представлял для науки и практики.

Умение четко и ясно изложить имеющийся материал создает представление об общей культуре соискателя. Однообразность и бедность набора слов могут свидетельствовать и о плохой языковой подготовке автора научной работы, и о недостаточно глубокой проработке им текста, и о нежелании найти четкие и логически обоснованные формулировки. Иногда устное выступление (в ходе публичной защиты диссертации или при выступлении с сообщением на научной конференции) по четкости и образности речи несопоставимо с тем, что автор представил в письменном варианте (хотя бывает и наоборот). Тогда возникает вопрос: является ли этот выступающий автором представленного на суд научной общности письменного текста?

Язык и стиль изложения материалов диссертации, как и всякого другого научного труда, имеет свой этикет. Главная особенность его состоит в приверженности традициям, в стремлении пользоваться узаконенными нормами и классическими правилами стилистики, в отказе от языковых штампов. К настоящему времени выработались определенные традиции в общении

представителей научной среды для научного диалога как в устной форме, так и в письменной [3]. Вместе с тем жестких нормативных требований к научному языку нет. Соискатель должен сам, опираясь на накопленный опыт, выбрать оптимальные формы изложения результатов собственного исследования.

Отличительной особенностью языка научной работы является формально-логический способ изложения материала. Научное изложение представляет собой рассуждения, целью которых является доказательство истин, гипотез или идей, а также своя авторская интерпретация установленных в результате исследований фактов. Среди представителей точных наук достаточно распространена точка зрения, что язык научной работы должен быть сухим и сжатым. Такой подход не всегда сочетается с требованием полноты раскрытия цели исследования. Поэтому должна быть «золотая середина».

В научной среде распространена точка зрения, что возможности использования художественно-выразительной формы в языке научных работ ограничены. В этой связи следует привести высказывание А. Эйнштейна: «В научном мышлении всегда присутствует элемент поэзии. Настоящая наука и настоящая музыка требуют однородного мыслительного процесса» [4]. Поэтому в полной мере следует согласиться с таким заключением: «Выразительность языка научного документа относится к тем его качествам, которые ускоряют и облегчают восприятие мысли, логических рассуждений и доказательств автора. Желание передать в небольшом объеме большое содержание может быть удовлет-

ворено тем полнее, чем грамотнее и своеобразнее авторский слог. В статье, написанной оригинальным, но точным языком, очевидно, потому и содержится много интересной, привлекающей внимание информации, что необычны не только слова, но их сочетания» [5].

Для научной работы характерны **смысловая законченность, целостность и связность текста**, логичный переход от одной мысли к другой, от одного предложения к другому. Важнейшим средством выражения логических связей являются специальные функционально-синтаксические структуры в виде слов или их сочетаний, указывающие на последовательность развития мысли соискателя. К ним относятся «вначале», «прежде всего», «затем», «во-первых», «во-вторых», «значит», «итак» и т.д. К таким средствам связи в тексте могут относиться слова и их сочетания, подчеркивающие противоречивость отношений к отдельным частям материала: «однако», «в то время как», «тем не менее» и т.д., а также устанавливающие причинно-следственные связи: «следовательно», «поэтому», «благодаря этому», «вследствие этого», «кроме того», «к тому же» и т.д. Переход от одной мысли к другой в научных текстах отражают словосочетания: «прежде чем перейти к...», «обратимся к...», «рассмотрим», «необходимо остановиться на...» и т.д. Для обобщения результатов используют слова или словосочетания: «итак», «таким образом», «значит», «в заключение отметим», «сказанное позволяет сделать вывод», «подводя итог», «резюмируя сказанное», «отсюда следует, что» и т.д.

При оформлении научной публикации не следует употреблять неполные предложения, применять со-

язы и союзные слова типа «да и», «не то», «раз» и т.д. Они характерны для публичного выступления и разговорной речи и придают эмоциональную окраску.

В диссертациях по естественным наукам распространены в качестве средств связи в тексте такие местоимения, прилагательные и причастия, как «данные», «этот», «такой», «названные» и т.д. ими не следует злоупотреблять, поскольку они не украшают стиль изложения, но в научном тексте с их помощью внимание читателей обращается на узловые моменты развития мысли автора. Для ученого и специалиста слова «действительно» или «в самом деле» означают, что следующий за ними текст служит доказательством, а слова «с другой стороны», «напрогив» и «впрочем» подготавливают их к восприятию противопоставления, тогда как слово «ибо» служит промежуточным звеном для объяснений. Такие обороты способствуют улучшению рубрикации самого текста. При этом словосочетание «приступим к рассмотрению» вообще может заменить название рубрики, выполняя роль невыделенных рубрик и разъясняя читателю внутреннюю последовательность изложения текста.

Еще одна особенность научного текста - его **целенаправленность и прагматичность**. В научном мире ценятся именно эти качества текста, а не эмоциональные языковые словосочетания. Такие требования к научному тексту означают, что в него должны включаться лишь точные, подтвержденные исследованиями сведения и факты, для словесного выражения которых используется **специальная терминология**.

Применение специальных терминов, характерных для соответствующей отрасли знаний, позволяет в доступной, краткой, экономной и понятной специалистам форме излагать полученные соискателем результаты научных исследований. Известно, что количество используемых в современной науке терминов значительно превышает общее количество слов, применяемых журналистами и писателями в литературно-художественных произведениях.

Каждая отрасль науки располагает своим специфическим набором терминов и словосочетаний. Профессиональную лексику одной отрасли знаний не следует механически переносить в другую. Как справедливо отмечает Ф.А. Кузин [1], «Профессионализм - это не обозначения научных понятий, а условные в высшей степени дифференцированные наименования реалий, используемые в среде узких специалистов и понятные только им. Это своего рода их жаргон. В основе такого жаргона лежит бытовое представление о научном понятии».

Объективность приведенного материала в тексте диссертации и научной работы подчеркивается указанием на источник информации, для чего используют такие словосочетания, как «по сведениям», «по нашему мнению», «по данным» и т.д.

Соискателю надо помнить, что культуру научной речи ученого определяют такие важные качества, как **точность, ясность и краткость**. Смысловая точность информации должна быть присуща формулируемым автором научным положениям, а также выводам в заключении по диссертации в целом и по отдельным главам. Неправильно подобранное слово может существенно менять смысл представленной соискателем информации, создать ситуацию двоякого толкования вывода или положения, что служит основой для обоснованной критики диссертации. Кажущаяся экономия времени на «шлифовке» текста зачастую оборачивается для соискателя большими затратами на всевозможные пояснения и уточнения на последующих этапах экспертизы диссертационной работы.

Ясность - это умение писать доступно и доходчиво. Простота изложения способствует тому, что текст диссертации читается легко, и мысли автора воспринимаются без затруднений. Однако простоту нельзя отождествлять с примитивностью. Язык диссертации и научной работы имеет свою специфику. Его общедоступность не должна быть связана с популяризацией. Любая научная работа

и диссертация предназначаются для определенного узкого круга читателей, и языково-стилистическое оформление текста должно учитывать эту специфику. Точности и ясности нередко не хватает и заключениям, принимаемым советом по защите диссертаций, отзывам и заключениям отдельных оппонентов и экспертов диссертационных работ, что затрудняет оценку личного вклада соискателя в разработку научной проблемы, в научную новизну выносимых на защиту положений и тем самым усложняет процедуру экспертизы в ВАК.

Требование ясности изложения соискателями материала в диссертациях, к сожалению, не всегда обеспечивается. Часто соискатели используют вместо имеющих точный смысл слов и словосочетаний слова с неопределенным или обобщенным свойством. К таким словам можно отнести: «надлежащее движение», «отдельные детали механизма», «соответствующая обработка», «некоторые выводы», «относительные величины» и т.д. Все это создает предпосылки к негативному отношению читателя к самой работе.

Соискатель должен помнить, что многословие, наукообразие не расцениваются как свидетельство его высокой квалификации. Если отдельные слова (например, «вполне очевидно», «известным способом», «специальным устройством») не влияют на суть раскрываемых мыслей автора, надо их удалить из текста.

Научный текст характеризуется некоторыми **грамматическими особенностями**. Ему свойственно наличие большого количества существительных с абстрактным значением, а также существительных, происходящих от глаголов («исследование», «рассмотрение», «изучение», «сопоставление», «обоснование» и т.д.). В качестве терминов в соответствующей отрасли знаний признаются сложившиеся понятия («ток высокой частоты», «гражданское право», «коробка перемены передач» и т.д.), причем в разных отраслях науки смысловая нагрузка одного и того же термина может быть раз-

личной (например, «переход» в физике полупроводников и в автомобильном строительстве).

В научных текстах более употребительны не качественные, а относительные прилагательные. Как следствие, в научных работах вместо краткой используется сложная форма сравнительной и превосходной степени («более устойчив», «более низкая температура» и др.). При этом чаще применяются слова «более» («наиболее»), «менее» («наименее») и очень редко – слова «самый» и «очень». Не рекомендуется использовать сравнительную степень прилагательного с приставкой «по-» («повыше», «побыстрее», «потеплее» и т.д.). Нельзя пользоваться превосходной степенью прилагательного с суффиксами «-айш», «-ейш», за исключением некоторых терминов, общепризнанных в соответствующей отрасли знаний («мельчайшие частицы вещества»). Отмеченные особенности употребления прилагательных лишают научный язык экспрессии. Доминирующая форма оценки – констатация признаков, свойственных определенному слову. Стиль научной речи отличает использование большинства прилагательных как части терминологических словосочетаний. Отдельные прилагательные в научном тексте часто применяются в роли местоимений (заменой местоимения «такис» прилагательным «следующие» достигается подчеркивание последовательности перечисления особенностей и признаков).

Важная информативная нагрузка в научной литературе отведена глаголу. Использование различных наклонений глагола позволяет выразить относительность знаний. Так, настоящее время и действительный залог позволяют выразить постоянное свойство объекта («Устройство состоит из трех независимо работающих элементов»), представить логический анализ как процесс, совпадающий во времени с выполнением исследования. Изъявительное наклонение и настоящее время подчеркивают абсолютный характер формулируемой закономерности на данном этапе развития, поэтому эта

глагольная форма используется при формулировании теоремы, закона. Если закономерность проявляется при определенных условиях, употребляется сослагательное наклонение или конструкции с модальным словом («Увеличение концентрации может привести к выбросу (привело бы к выбросу)...»).

Широко применяются в научных текстах возвратные глаголы, пассивные конструкции, что обусловлено необходимостью подчеркнуть объект действия, предмет исследования («В данной статье рассматриваются...», «Данной методикой предусмотрено», «Намечено выделить дополнительные кредиты...» и т.д.). Повелительное наклонение используется очень редко.

Научные тексты характеризуются специфическим применением местоимений. Как правило, изложение ведется от третьего лица (безличный монолог). Авторское «я» (собственная оценка работы) в этом случае отступает на второй план, и внимание читателя концентрируется на предмете исследований. Поэтому авторы диссертаций прибегают к словосочетаниям и предложениям. В публикациях часто прибегают к неопределенно-личным конструкциям («Вначале тарируют приборы...», «Колбу вначале заполняли растворителем, а затем добавляли сухие компоненты» и т.д.). В научной среде «академическим» этикетом стало выступление автора научного документа во множественном числе («Нами установлено...», «Мы изучили...»). Такое изложение исследований, выражение авторства через «мы» позволяет создать атмосферу диалога автора с читателем, отразить свое мнение как мнение определенной группы людей, работающих по данному направлению и в составе какой-то научной школы. Это подчеркивает такие тенденции современной науки, как интеграция, коллегиальность исследований. В устном выступлении допускается применение «я», чтобы подчеркнуть свой личный вклад. От первого лица строятся ответы на рецензии, отзывы и заключения, а также в других слу-

чаях, когда автор выступает в качестве конкретного «физического» лица. Однако увлекаться этим не следует. Это может создать неблагоприятное впечатление у аудитории.

В научных текстах широко применяются местоимения «это», «эти», «то», «те» и т.д. Указательные местоимения «этот», «тот», «такой» и т.д. Они не только конкретизируют предмет, но и выражают логические связи между частями текста. Они в полном объеме соответствуют общепринятому научному этикету и конкретизируют объекты исследований. Это же относится и к местоимению «данный». Указательное местоимение «таковой» применяется только в письменном тексте («Таковы результаты...»).

Местоимения «что-то», «кое-что» и «что-нибудь» ввиду их неопределенности в научных работах не следует употреблять. Местоимения «что-то», «кое-что», «что-нибудь» в диссертационных текстах не рекомендуется применять из-за их неопределенности. Не принято применять в научных работах местоимение «они». Лучше его заменить: «Коллективом отдела, лаборатории проведено...», «Авторы публикации полагают...» и др. Можно использовать предложения со страдательным залогом («Создан прибор и разработана методика определения параметра...»).

Важное значение для восприятия текста имеет его синтаксическое построение. Отдельные предложения и части сложного текста должны быть тесно связаны друг с другом. Каждый последующий элемент должен вытекать из предыдущего или быть следующим звеном в рассуждениях и в тексте, увязанном общей идеей изложения. Поэтому для диссертаций, имеющих сложную аргументацию и значительный объем материала, рекомендуется применять предложения с четкими синтаксическими связями. Как правило, это сложноподчиненные предложения с обилием подчинительных союзов «благодаря тому, что», «между тем как», «так как», «вместо того, чтобы», «ввиду того, что», «оттого, что»,

«вследствие того, что», «после того, как», «в то время как» и т.д. В научных текстах популярны и такие производные предлоги: «в течение», «в соответствии с...», «в результате», «в отличие от...», «наряду с...», «в связи с...» и т.д.

При описании фактов, явлений и процессов в научных текстах применяются безличные, неопределенно-личные предложения. Номинативные предложения формулируются для названий структурных частей, в подписях к иллюстрациям.

Для научного документа характерно присутствие вводных слов и словосочетаний, которые подчеркивают степень достоверности приводимых сведений. О достоверности свидетельствуют слова «конечно», «разумеется», «безусловно». Слова «видимо» и «надо полагать» подчеркивают гипотетический характер информации, а «возможно» и «вероятно» - возможность получения таких результатов в будущем.

При описании явлений, фактов, научных результатов и процессов в научных текстах сложились свои стандарты стиля и слога, без эмоциональности и каких-то словесных украшений. Как правило, при описании эксперимента в диссертации используют краткие страдательные причастия («Разработан новый материал для электронной техники», «В результате эксперимента получено 9 новых структур внутреннего строения элемента здания» и т.д.). Это позволяет сконцентрировать внимание читателя на самом действии и четко сформулировать конечный результат.

Принцип действия машин и механизмов в диссертациях технического профиля чаще всего описывается с помощью пассивных словесных конструкций, в которых сказуемое выражается глаголом в страдательно-возвратной форме («Присадка подается в барабан автоматически», «Скорость вращения вала привода изменяется ступенчато» и т.д.). Если действие осуществляется вручную, то сказуемое применяется в форме третьего лица множественного числа настоящего или прошедшего времени («Подачу отходов в бункер произ-

водят вручную», «Отбор проб осуществляли вручную» и т.д.).

В диссертациях и документах технологического профиля для описания действий, требующих точного и обязательного исполнения, принято использовать четкие и краткие предложения, которые подчеркивают категоричность выводов и требований. Например: «Достичь заданный состав комбикорма можно лишь в том случае, если: 1) предварительно тарировать все дозаторы на точность выдаваемой дозы; 2) обеспечить многофазное смешивание компонентов; 3) исключить застойные зоны в камере смешивания...»

Плохо воспринимается применение в научном тексте нескольких терминов-синонимов («вакуум» и «разрежение»; «водяная турбина» и «гидротурбина»; «помидоры» и «томаты» и т.д.). Здесь должно быть что-то одно.

Языковая небрежность в использовании слов связана чаще всего с тем, что автор не имеет четкого представления о самом предмете описания в тексте. Особенно мешает точности изложения материала в научном тексте злоупотребление иностранными словами, сущность которых порой соискатель и не понимает («интервал перерыва», «внутренний интерьер» и т.д.), а также творчество отдельных соискателей по словообразованию на основе слов иностранного происхождения («кабеллизировать» от слова «кабель», «сортиратор» вместо русского понятного слова «сортировочная машина» и т.д.). Соискателю следует помнить, что, если есть русские слова и словосочетания, то лучше их и использовать. Неправильное или параллельное использование иноязычной лексики приводит, как правило, к ненужным повторениям, и оно попадает под принятую в научной среде оценку «масло масляное». Например, «промышленная индустрия» (слово «индустрия» уже включает понятие промышленности) или «форсировать строительство ускоренными темпами» (слово «форсировать» уже предполагает «ускоренные темпы»). Такое же «масло масляное» получается

порой и при некорректном использовании аббревиатуры («размерность приведена в системе СИ», хотя СИ — это и есть «система измерений»).

Тавтология (повторение одного и того же содержания разными словами) также мешает восприятию текста. Вдумайтесь в такие предложения, как «в сентябре месяце», «схематический план», «пять человек водителей», «десять штук станков» и т.д. Снижает положительное впечатление от текста и применение жаргонных, а иногда и некорректных слов обыденного применения небольшими группами населения («зависание сигнала устраняется», «в конце эксперимента раздается сигнал» и т.д.), «канцелярских штампов» («в части выполнения поручений», «в деле снижения затрат топлива» и т.д.).

Таким образом, соискателю, прежде чем приступать к работе над текстом диссертации, надо вспомнить многое из того, что он изучал в средней школе и в высшем учебном заведении по русскому или белорусскому языку и литературе. Высокая грамматическая и литературная культура изложения материала в диссертационных работах является убедительным свидетельством того, что соискатель по своей подготовке заслуживает присуждения ученой степени кандидата или доктора наук.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузин Ф.А. Кандидатская диссертация. Методика написания, правила оформления и порядок защиты. - М.: Ось - 89, 1997. - 208 с.
2. Колесник С.В. О языках научных работ. Заметки редактора. - «Известия всесоюзного географического общества», 1958. № 3. - С.226.
3. Демидова А.К. Пособие по русскому языку: Научный стиль. Оформление научной работы. - М.: Русский язык, 1991. - 269 с.
4. Кузнецов Б.Г. Эйнштейн. Серия ЖЭЛ. - М.: Наука, 1963. - С. 88.
5. Бурдин Н.С., Веселов П.В. Как оформить научную работу. - М.: Высшая школа, 1973. - 152 с.

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ПОКРЫТИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ НАПЛАВКОЙ

Л.М. КОЖУРО, д.т.н., профессор;
А.В. КРУТОВ, к.т.н., доцент (БГАТУ);
Д.М. ЩЕРБО, инженер (БелНИИМСХ)

Износостойкость и усталостная прочность поверхности детали являются основными ее эксплуатационными свойствами. Их повышение обеспечивается путем нанесения износостойкого покрытия различными технологическими методами, в том числе наплавкой. Одним из перспективных способов является электромагнитная наплавка, суть которой заключается в наплавке порошка на поверхность детали в постоянном магнитном поле при пропускании через зону контакта постоянного тока большой силы [1, 2]. Принципиальная схема электромагнитной наплавки с поверхностным пластическим деформированием приведена на рис.1. Данная технология характеризуется экономным расходом энергии и материалов, универсальностью и простотой технологического оборудования. Использование данной технологии позволяет снизить себесто-

имость процесса в 1,6 раза по сравнению с газотермическими методами, повысить износостойкость поверхности относительно исходной в 1,5, а прочность сцепления покрытия с основой - в 2 раза.

Для электромагнитной наплавки используются порошки на железной основе, обладающие высокими магнитными свойствами и имеющие сравнительно невысокую температуру плавления. Поскольку в наплавленном металле наблюдаются неоднородные структура и химический состав, сварочные дефекты (поры, трещины, шлаковые включения и др.), а также возможны колебания твердости и высокие внутренние напряжения, то представляет интерес оценка физико-механических и эксплуатационных свойств покрытий из различных ферромагнитных порошков, нанесенных электромагнитной наплавкой.

Методика исследований

Изучение износостойкости покрытий проводили на машине для испытаний материалов на трение и износ 2070 СМТ-1 линейным методом по схеме вал - колодка. Основа образцов - сталь 45, колодку изготавливали из чугуна ХТВ ГОСТ 3185-74. Измерения образцов производили оптическим длинномером. Для ускорения процесса изнашивания использовали масляно-абразивную смесь (масло И-20 с добавками 2% карбида бора зернистостью 4...5 мкм). Такие условия наиболее близки к реальным условиям эксплуатации

сопряженный вал - подшипник скольжения сельскохозяйственных, транспортных и других машин, которые выходят из строя из-за абразивного изнашивания. Образцы после наплавки и финишной механической обработки прирабатывались с колодкой. Режим испытаний: скорость скольжения 1,2 м/с, удельная нагрузка 3,0 МПа. Исходная шероховатость обработанной поверхности $Ra=0,63$ мкм. Оценка износостойкости производили по средней интенсивности изнашивания $I=W/h$, где W - линейный износ образца на диаметре, мкм; $h = \pi \cdot D \cdot N \cdot 10^{-6}$ - путь трения за время испытаний, км; D - номинальный диаметр образца, мм; N - общее число оборотов, совершенных образцом. В качестве эталона принимали сталь 45, закаленную с нагревом ТВЧ на глубину 1,2 - 1,6 мм до твердости 52...54 HRC. Температуру фрикционного разогрева в данном исследовании не измеряли. Приведенные значения напряжений, интенсивностей изнашивания, моментов и коэффициентов трения получены как средние из пяти измерений. Более глубокую статистическую обработку не проводили.

Исследования усталостной прочности проводили общеизвестным методом с построением зависимости Велера в координатах $\sigma_{-1} - \lg N$, при нагрузке в условиях изгиба с вращением консолю закрепленного образца на машине У-20М. Критерием выхода из строя являлось разрушение образца под действием знакопеременной нагруз-



Рис. 1. Схема установки для электромагнитной наплавки и ППД: 1 - обрабатываемая деталь, 2 - скользящий контакт, 3 - электромагнит, 4 - полюсный наконечник, 5 - ферропорошок, 6 - дозирующее устройство, 7 - шариковый обкатник.

1. Результаты испытания на износостойкость

Материал ферропо- рошка	Электромагнитная наплавка					Электромагнитная наплавка с последующим поверхностным пластическим деформированием				
	интен- сивность изнаши- вания, мкм/км	момент трения, Нм		коэффициент трения		интен- сивность изнаши- вания, мкм/км	момент трения, Нм		коэффициент трения	
		с маслом	без смазки	с маслом	без смазки		с маслом	без смазки	с маслом	без смазки
Fe-2%V	3,6	0,99	1,58	0,15	0,24	3,1	0,87	1,45	0,13	0,22
C-300	2,2	0,79	1,06	0,12	0,16	1,9	0,73	1,00	0,11	0,15
P6M5K5	2,1	0,73	0,87	0,11	0,13	1,7	0,68	0,80	0,10	0,12
Ферробор ФБ-3	2,8	0,93	1,10	0,14	0,16	2,25	0,90	0,99	0,13	0,15
Сталь45 (эталон)	4,1	0,84	1,26	0,12	0,19					

ки с постоянной амплитудой. Образцами служили цилиндрические заготовки из нормализованной стали 45, имеющие соотношение $l/d=15$, где $l=150$ мм - длина и $d=10$ мм - диаметр.

Результаты экспериментов и их обсуждение

Результаты испытаний на износостойкость приведены в табл. 1. Анализ показывает, что решающее влияние на износостойкость покрытий после электромагнитной наплавки оказывает их химический и фазовый состав. Наибольшей износостойкостью обладают покрытия из порошка быстрорежущей стали P6M6K5 и сплава C-300 на основе высокохромистого чугуна. Износостойкость этих покрытий в 2,0 и 1,9 раза выше соответственно износостойкости эталона. Далее в порядке убывания следуют покрытия из порошков ферробора ФБ-3 и феррованадия Fe-2% V. Минимальный износ контртела и сопряжения в целом получен для покрытия на основе порошка C-300. Обусловлено это наличием в структуре остаточного аустенита, что обеспечивает более пластичную и мягкую фазу, которая служит демпфером, снижающим динамические нагрузки на поверхностный слой, и ускоряет процесс приработки деталей сопряже-

ния. Этот вывод подтверждается не большими коэффициентом и моментом трения, как со смазкой, так и без нее.

С целью повышения износостойкости покрытия рассматривали возможности дополнительного поверхностного пластического деформирования и различных технологий финишной механической обработки. Применение поверхностного пластического деформирования позволяет увеличить износостойкость покрытия примерно до 2,4 раза (табл. 1) за счет повышения твердости, прочности, снижения остаточной пористости, закрытия микротрещин. Роль механической обработки рассматривали для покрытий на основе феррованадия и ферробора, серийно выпускаемых металлургической промышленностью и более предпочтительных для массового применения. На первом этапе исследовали влияние режима шлифования на износостойкость обработанной поверхности. Для этого образцы, прошлифованные на различных режимах, испытывали на машине трения. Выявлено, что влияние режима обработки значительно меньше, чем влияние состава покрытия. Из элементов режима шлифования наибольшее влияние оказывает попеременная подача, а скорость вращения детали практически не влия-

ет. Если принять износостойкость эталона $J - 1/I$ (км/мкм) за 100%, то относительная износостойкость феррованадия (%)

$$J_o = 183S^{0,071} S_{np}^{0,061}, \text{ а ферробора}$$

$$J_o = 278S^{0,158} S_{np}^{0,027}. \text{ Установлена}$$

связь между микротвердостью H_T (ГПа) и относительной износостойкостью покрытий. Для феррованадия и ферробора соответственно имеем $J_o = \exp(1,97 + 0,30H_T)$, $J_o = \exp(3,73 + 0,13H_T)$. Выполненные исследования показали, что связь между износостойкостью деталей с электромагнитными покрытиями и такими параметрами наклепа поверхностного слоя, как напряжения второго рода и плотность дислокаций, практически отсутствует.

Известно, что работоспособность поверхностного слоя в значительной степени определяется последовательностью технологических операций. В этом случае наблюдается технологическое наследование свойств, позволяющее обеспечить наилучшие выходные показатели поверхности. Анализировали три способа обработки покрытия - чистовое шлифование, полирование и магнитно-абразивная обработка. Нанесенный слой покрытия подвергали предварительному шлифованию и последующей чистовой обработке тем или иным способом до достижения ше-