ПРИМЕР ОТВЕТА НА БИЛЕТ

**Вопрос №1 Кавитационній износ**

**Кавитация** — (от латинского cavitas — пустота) — образование в жидкости полостей (кавитационных пузырьков, или каверн), заполненных газом, паром или их смесью. Гидродинамическая кавитация возникает в результате местного понижения давления в жидкости, которое может происходить при увеличении её скорости. Физически процесс кавитации близок процессу закипания жидкости. Основное различие между ними заключено в том, что при закипании изменение фазового состояния жидкости происходит при среднем по объёму жидкости давлении, равном давлению насыщенного пара, тогда как при кавитации среднее давление жидкости выше давления насыщенного пара, а падение давления носит локальный характер. Ведущую роль в образовании пузырьков при кавитации играют газы, выделяющиеся внутрь образующихся пузырьков. Эти газы всегда содержатся в жидкости, и при местном снижении давления начинают интенсивно выделяться внутрь указанных пузырьков.

Поскольку под воздействием переменного местного давления жидкости пузырьки могут резко сжиматься и расширяться, то температура газа внутри пузырьков колеблется в широких пределах, и может достигать нескольких сот градусов по Цельсию. Имеются расчётные данные, что температура внутри пузырьков может достигать 1500 С. Поскольку в растворённых в жидкости газах содержится больше кислорода в процентном отношении, чем в воздухе, газы в пузырьках при кавитации химически более агрессивны, чем атмосферный воздух.

Химическая агрессивность горячих газов в кавитационных пузырьках вызывает эрозию материалов. Большие забросы давления, возникающие при схлопывании пузырьков приводят к повреждениям поверхности материалов. Эксперименты показали, что вредному, разрушительному воздействию кавитации подвергаются даже химически инертные к кислороду вещества (золото, стекло и др.).

Кавитационный износ (эрозия) вызывается главным образом механическим воздействием кавитирующего по-, тока, которое проявляется в виде ударов, возникающих при захлопывании каверн на обтекаемой поверхности или вблизи нее. Особенность воздействия состоит в том, что частота этих ударов очень высока. При этом проявляются усталостные явления в металлах. Разрушение происходит в форме выкрашивания, выбивания отдельных кристаллов, и поверхность металла вместо гладкой становится губчатой. Интенсивность разрушения иногда весьма высока и может достигать глубины 10-40 мм в год. Это вызывает необходимость частых ремонтов, смены рабочих органов, что приводит к значительному удорожанию эксплуатации гидромашин.

При кавитации, помимо рассмотренных механических воздействий, проявляются химические и электрические явления. Какова роль этих дополнительных факторов, пока полностью не установлено, но, очевидно, они способствуют увеличению интенсивности кавитационной эрозии.

Кавитация вызывает разрушение гребных винтов судов, рабочих органов насосов, гидротурбин ГЭС и т. п., а так же шум, вибрации и снижение эффективности работы устройств.

Наиболее эффективным способом борьбы с кавитацией является конструктивное изменение геометрии устройства таким образом, чтобы кавитационные явления происходили на удалении от поверхности. Однако это не всегда возможно. В случае, если необходимо защитить от кавитации поверхность рабочих органов наносов, гидротурбин, гребных винтов и других устройств, на помощь приходит газотермическое напыление износостойких коррозионно-стойких металлических и металлокерамических покрытий. Покрытия толщиной от десятков до сотен микрон наносятся на высокой скорости, что позволяет обеспечить высокую плотность и адгезию покрытий к поверхности, а значит — надежно защитить деталь от кавитации. Изделия с антикавитационными металлическими и металлокерамическими покрытиями широко применяются в судостроении, строительстве гидротурбин гидроэлектростанций, производстве центробежных насосов.

**Вопрос №2. Износостойкие стали**

**Износостойкие стали** применяются (используются) для изготовления деталей машин, работающих в условиях трения :  
- шарикоподшипниковые,   
- графитизированные,  
- высокомарганцовистые.   
**Шарикоподшипниковые стали** (**ШХ15, ШХ20**) применяют для изготовления шариков и роликов подшипников.   
По химическому составу (ГОСТ 801—78) и структуре эти стали относятся к классу инструментальных сталей.  Они содержат около 1% С и 0,6—1,5% Cr  
**Графитизированную сталь** (высокоуглеродистую, содержащую 1,5 — 2% С и до 2% Cr) используют для изготовления поршневых колец, поршней, коленчатых валов и других фасонных отливок, работающих в условиях трения.   
Графитизированная сталь содержит в структуре ферритоцементитную смесь и графит.  
Марки графитизированной стали **У16** (**ЭИ 336**)   
Количество графита может значительно меняться в зависимости от режима термической обработки и содержания углерода.   
Графитизированная сталь после закалки сочетает свойства закаленной стали и серого чугуна.   
Графит в такой стали играет роль смазки.  
**Высокомарганцовистую cталь** **Г13Л**, содержащую 1,2% С и 13% Мn, применяют для изготовления железнодорожных крестовин, звеньев гусениц и т. п.   
Эта сталь обладает максимальной износостойкостью, когда имеет однофазную структуру аустенита, что обеспечивается закалкой (1000—1100°С) при охлаждении на воздухе.   
Закаленная сталь имеет низкую твердость (НВ 200), после сильного наклепа ее твердость повышается до НВ 600

**Вопрос №3. Баббиты**

При применении мягких легкоплавких подшипниковых сплавов обеспечивается меньший износ шейки вала. Они имеют и минимальный коэффициент трения со сталью и хорошо удерживают смазку.

В качестве таких материалов используют: а) сплавы системы Sn - Sb (+ Cu) - оловянные баббиты; б) сплавы системы Pb - Sn - Sb (+ Cu и другие элементы) - свинцово-оловянные баббиты; в) сплавы системы Pb - Sb (+ Cu) - свинцовые баббиты и системы Pb - Ca - свинцово-кальциевые баббиты; г) сплавы системы Zn - Cu - Al - цинковые антифрикционные материалы (иногда называемые цинковыми баббитами); д) сплавы системы Al - Sn (+ Cu) - алюминиевые подшипниковые сплавы(иногда называемые алюминиевыми баббитами).

В оловянных баббитах (Б 88, Б 83), мягкой основой является α -твердый раствор на основе олова, а твердыми частицами - β‘-фаза - твердый раствор на базе интерметаллидного соединения SnSb, а вследствие ввода 2,5-6,5% Cu для предотвращения сильной ликвации - и частицы Cu3Sn, образующие “каркас” еще до начала кристаллизации других фаз. Оловянные (или, как их часто называют, оловянносурьмяномедные) баббиты обладают наилучшими свойствами и имеют максимальные значения рабочих параметров, определяющих допустимый режим работы.

Оловянные баббиты содержат 7-12 % сурьмы, 2,5-6,5 % меди, иногда - до 1% кадмия (основа -олово), являются дорогими материалами (см. табл. 1.4) и применяются для подшипников ответственного назначения (в дизелях, паровых турбинах и т.д.), работающих при больших скоростях и нагрузках.

В оловянно-свинцовых баббитах (Б 6, БТ, БН, Б 16) содержится 5-17% олова, 13-17% сурьмы, 1-3% меди, а также, в зависимости от марки - в небольших количествах такие элементы, как Cd, Te, As, Ni. Основой сплава является свинец. В качестве мягкой основы здесь выступает твердый раствор на базе свинца, а твердыми включениями - преимущественно частицы SnSb. Как и в оловянных баббитах, добавка меди уменьшает ликвацию по плотности и обеспечивает появление частиц дополнительной упрочняющей фазы - Cu3Sn. Оловянно-свинцовые баббиты значительно дешевле оловянных, а по качеству уступают им ненамного (особенно баббит Б 16). Присадки других элементов обеспечивают различные эффекты: As увеличивает жидкотекучесть и износоустойчивость, Ni повышает твердость, что снижает износ, Te упрочняет сплав.

В свинцовых баббитах (баббит БС) при содержании 16-18% сурьмы являющихся заэвтектическими, мягкой основой является эвтектика Pb - Sb (13% Sb + 87% Pb), имеющая твердость НВ 7-8, а твердыми включениями - кристаллы сурьмы с твердостью НВ30. Такой баббит имеет меньшие прочность и пластичность и более высокий коэффициент трения в сравнении с предыдущими сплавами и поэтому применяется в менее нагруженных подшипниках.

Свинцово-кальциевые баббиты (БК, БКА, БК 2), как и баббит БС, являются более дешевыми в сравнении со сплавами, содержащими олово, хотя по ряду показателей и уступают им. В этих сплавах мягкой основой является свинец, а твердыми частицами - соединения свинца с кальцием и натрием. Такие баббиты используют в железнодорожном транспорте.