

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ
ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

КӨЛІК – ЭНЕРГЕТИКА ФАКУЛЬТЕТІ



*«КӨЛІК ЖӘНЕ ЭНЕРГЕТИКАНЫҢ ӨЗЕКТІ МӘСЕЛЕЛЕРІ:
ИННОВАЦИЯЛЫҚ ШЕШУ ТӘСІЛДЕРІ» ІХ ХАЛЫҚАРАЛЫҚ
ҒЫЛЫМИ-ТӘЖІРИБЕЛІК КОНФЕРЕНЦИЯСЫНЫҢ БАЯНДАМАЛАР
ЖИНАҒЫ*

***СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
ІХ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО – ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ: «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТРАНСПОРТА И
ЭНЕРГЕТИКИ: ПУТИ ИХ ИННОВАЦИОННОГО РЕШЕНИЯ»***

***PROCEEDINGS OF THE IX INTERNATIONAL SCIENTIFIC-PRACTICE
CONFERENCE «ACTUAL PROBLEMS OF TRANSPORT AND ENERGY:
THE WAYS OF ITS INNOVATIVE SOLUTIONS»***



Нұр-Сұлтан, 2021

УДК 656
ББК 39.1
А 43

Редакционная коллегия:

Председатель – Мерзадинова Г.Т., проректор по науке и инновациям ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, д.т.н., профессор; Заместитель председателя – Султанов Т.Т., заместитель декана по научной работе, к.т.н., доцент; Сулейменов Т.Б. – декан транспортно-энергетического факультета ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, д.т.н., профессор; Председатель «Әдеп» – Ахмедьянов А.У., к.т.н., доцент; Арпабеков М.И. – заведующий кафедрой «Организация перевозок, движения и эксплуатация транспорта», д.т.н. профессор; Тогизбаева Б.Б. – заведующий кафедрой «Транспорт, транспортная техника и технологии», д.т.н. профессор; Байхожаева Б.У. – заведующий кафедрой «Стандартизация, сертификация и метрология», д.т.н. профессор; Глазырин С.А. – заведующий кафедрой «Теплоэнергетика», к.т.н., доцент.

А 43 Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения: IX Международная научно – практическая конференция, Нур-Султан, 19 марта 2021 /Подгот. Г.Т. Мерзадинова, Т.Б. Сулейменов, Т.Т. Султанов – Нур-Султан, 2021. – 600с.

ISBN 978-601-337-515-1

В сборник включены материалы IX Международной научно – практической конференции на тему: «Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения», проходившей в г. Нур-Султан 19 марта 2021 года.

Тематика статей и докладов участников конференции посвящена актуальным вопросам организации перевозок, движения и эксплуатации транспорта, стандартизации, метрологии и сертификации, транспорту, транспортной техники и технологии, теплоэнергетики и электроэнергетики.

Материалы конференции дают отражение научной деятельности ведущих ученых дальнего, ближнего зарубежья, Республики Казахстан и могут быть полезными для докторантов, магистрантов и студентов.

УДК 656
ББК 39.1

ISBN 978-601-337-515-1

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА КОРРОЗИЮ МЕТАЛЛА ТРУБ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Слямбеков Сырым Алмазулы

sirim077@mail.ru

Магистрант 1-го курса по специальности "Теплоэнергетика"
ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Надежность работы энергетического оборудования во многом зависит от коррозии металла, так как вызываемые ею повреждения котла или турбины могут сопровождаться серьезными разрушениями и резким сокращением отпуска электрической и тепловой энергии. Методы консервации и применяемые для этого реагенты достаточно разнообразны, что объясняется как причинами и условиями вывода оборудования в резерв, так и большим разнообразием типов самого оборудования. Так, при выводе оборудования в ремонт с использованием реагентов можно создать на поверхности металла защитную пленку, позволяющую затем вскрывать оборудование без опасения нарушить ее в течение всей ремонтной кампании, или можно заполнять оборудование растворами реагентов и оставлять его в таком состоянии на все времена простоя его в резерве. Перспективным является также метод консервации с помощью летучих ингибиторов, обладающих высокой упругостью паров, которая обуславливает полную экологическую чистоту, как консервации, так и расконсервации оборудования. Работа представляет условия коррозии энергетического оборудования, дает сведения о различных факторах, влияющих на коррозию металла и методах защиты.

Коррозией называется самопроизвольное разрушение металлов в результате химического, электрохимического или биологического воздействия окружающей среды. Коррозии подвержены как металлические, так и неметаллические материалы, но механизм коррозионного разрушения их, безусловно, различен. Коррозионные повреждения металла в теплоэнергетике приводят к аварийным остановам оборудования, снижению его мощности, ограничению выработки электрической и тепловой энергии. Металл может подвергаться как общей, так и более опасной локальной коррозии, что может выводить оборудование из строя за 1-2 года его эксплуатации. Повышенная склонность оборудования ТЭС к коррозии связана с использованием агрессивных вод, содержащих кислород, диоксид углерода, кислоты щелочи и стимуляторы коррозии, такие как хлориды, сульфаты; оборудование эксплуатируется при высоких температурах и давлении, наличии высоких теплонапряжений. Идут процессы накипеобразования, ускоряющие развитие коррозии. Все это приводит к развитию практически всех видов коррозии. По статистике, в среднем каждый восьмой барабанный котел высокого давления аварийно останавливается из-за коррозии внутренних поверхностей нагрева.

Средняя скорость коррозии котельной стали во влажной среде при температуре 20 °С и свободном доступе кислорода составляет 0,05 г/(м²/ч). Суточный простой энергоблока 300 МВт с незаконсервированными и неосушенными поверхностями нагрева общей площадью поверхности около 30000 м² может привести к образованию в контуре блока до 50 кг оксида железа. Данный источник образования железистоокисных отложений вдвое превышает содержание железа, вносимого с питательной водой при нормальной работе блока. Особенно в тяжелых условиях оказываются промежуточные пароперегреватели, в которых, как правило, имеются отложения солей, выносимых из ЦВД турбины и способствующих более интенсивной коррозии поверхностей нагрева. Ввиду того что при стояночной коррозии преимущественно образуются оксиды трех валентного железа, последующий вынос их в котел приводит к усилению коррозионных процессов. Это особенно проявляется в первый период работы оборудования после пуска. Существенная доля всех коррозионных

разрушений конструкционных материалов приходится на разрушение металлов при контакте с водными средами - электролитами, т.е. на электрохимическую коррозию. В основе теории электрохимической коррозии металла лежит понятие о коррозионных микрогальванических элементах, действующих на поверхности металла при его контакте с электролитом. В общем случае поверхность корродирующего металла представляет собой многоэлектродный гальванический элемент. Конечно, такая трактовка носит несколько упрощенный характер. Все это предопределяет важность решения вопроса о проведении консервации котлов с минимальными затратами средств и времени при высокой надежности пассивной защитной пленки.

Известно, что предупреждение коррозии оборудования в периоды его простоя в резерве или ремонте эффективно при применении для консервации азота, растворов гидразина и аммиака, трилона Б и аммиака, силиката натрия, нитрита натрия и других ингибиторов. Разработанные в последние годы схемные решения, экономичные и эффективные режимы проведения консервации позволяют широко использовать эти реагенты.

Металл теплоэнергетического оборудования характеризуется большой неоднородностью. Поверхность корродирующего металла можно представить как сложную систему гальванических элементов, в результате действия которых происходит коррозионное разрушение. Анодами являются участки чистой поверхности (феррита), а катодами - всевозможные загрязнения, содержащиеся внутри и на поверхности металла, потенциал которых выше потенциала железа. Коррозионные элементы подразделяют на две группы, макроэлементы (макропары) – элементы с электродами, различаемые невооруженным глазом, и микроэлементы (или микропары), представляющие собой элементы с электродами микроскопических размеров.

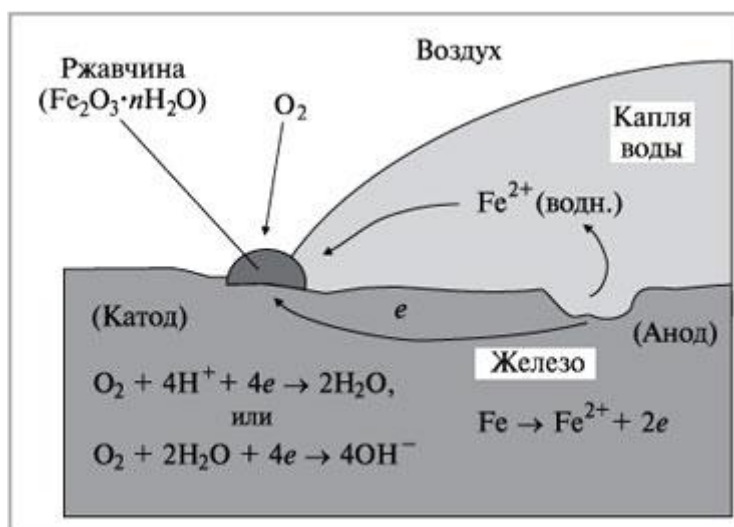


Рисунок 1 - Схема макропары при наличии в воде кислорода

Скорость и характер электрохимической коррозии металла зависят от многих факторов, действующих одновременно и взаимосвязанно. Эти факторы условно подразделяют на внешние и внутренние (по отношению к металлу). К внешним факторам относят факторы, связанные с составом коррозионной среды и условиями протекания процесса коррозии. К внутренним факторам относят состав и структуру металла, состояние поверхности и воздействие механических напряжений, гетерогенность металла.

К внешним факторам коррозии относятся состав электролита, температура, скорость движения и значение pH электролита, тепловая нагрузка, облучение.

1) Влияние состава и концентрации нейтральных растворов солей. В нейтральных средах коррозия протекает преимущественно с кислородной деполяризацией. Степень влияния нейтральных растворов солей на скорость коррозии зависит от свойств

образующихся продуктов коррозии. Труднорастворимые соединения экранируют поверхность металла, в результате чего скорость коррозии уменьшается. Карбонаты цинка и железа замедляют коррозию цинка и железа, сульфат свинца - коррозию свинца и т. д. Хромат олова, бихромат и перманганат калия пассивируют поверхность металла за счет образования оксидных пленок. Нитраты, хлориды, а зачастую и сульфаты образуют с металлами растворимые соединения, которые не экранируют поверхность металла. Соли галогеноводородных кислот активизируют поверхность металла, что способствует повышению скорости коррозии. Активизирующее действие растет в ряду: иодиды, бромиды, хлориды, фториды.

2) Влияние скорости относительного движения коррозионной среды. Скорость коррозии не зависит от того, что находится в движении - металл или коррозионная среда. Скорость относительного движения существенно влияет на коррозионные процессы, идущие с кислородной деполяризацией, так как благодаря движению концентрация кислорода в приэлектродном слое увеличивается.

3) Влияние скорости движения жидкости. Повышение скорости движения воды, содержащей ионы хлора и другие активаторы, оказывает обычно благоприятное влияние на состояние стали, так как коррозия при этом становится более равномерной. Общие же потери металла увеличиваются с возрастанием скорости движения воды как в присутствии, так и в отсутствие кислорода.

4) Скорость коррозии в кислых солях такая же, как в соответствующих кислотах при том же значении pH. Примеры таких солей: $AlCl_3$, $NiSO_4$, $MnCl_2$, $FeCl_2$. Растворы аммонийных солей (например, NH_4Cl) также гидролитически кислые, но вызывают большую коррозию, чем это соответствует их pH. Соли щелочного характера, дающие при гидролизе растворы с $pH > 10$, действуют как ингибиторы коррозии. В присутствии растворенного кислорода они пассивируют железо так же, как и NaOH.

Влияние угольной кислоты. Коррозионный процесс под воздействием угольной кислоты имеет некоторые особенности, обусловленные тем, что она не полностью диссоциирует на ионы $H^+ + HCO_3^-$, как видно из значений ее констант диссоциации соответственно $K_1 = 4,5 \cdot 10^{-7}$; $K_2 = 4,8 \cdot 10^{-11}$. Наряду с ионами $H^+ + HCO_3^-$ в воде находится в качестве буфера большое количество недиссоциированных молекул H_2CO_3 . При одном и том же значении pH в зависимости от того, обусловлено оно угольной кислотой или полностью диссоциирующими на ионы сильными кислотами (например, HCl, H_2SO_4), коррозия протекает с различной скоростью.

Влияние режима нагрева. Механическое разрушение окисных пленок (окалины) в процессе газовой коррозии будет сильно увеличивать скорость коррозионного процесса окалинообразования. Одним из важных факторов, усиливающих разрушение защитных пленок под воздействием внутренних напряжений, является наличие достаточно резких и частых колебаний температуры. Коэффициент термического расширения металла, как правило, значительно более высок, чем для окисла данного металла. Вследствие этого при резких изменениях температуры и особенно при резких охлаждениях металла в пленке создаются добавочные внутренние напряжения (помимо вызываемых несоответствием объемов пленки и металла), которые могут приводить к механическому разрушению защитных пленок.

Влияние температуры. Если скорость коррозии определяется скоростями первичных электродных или электрохимических реакций или процессов диффузии, то она увеличивается с температурой в соответствии с установленной Аррениусом зависимостью:

$$U = A * e^{-\frac{Q}{RT}}$$

где U - скорость процесса; A и Q - константы; T - абсолютная температура, K; R - газовая постоянная.

Однако в случае кислородной коррозии влияние температуры коррозионной среды проявляется неоднозначно, при этом возможно одновременное удаление части агрессивных агентов и протекание других побочных явлений.

Температура и давление. Увеличение скорости коррозии с повышением температуры наблюдается в неподвижных щелочных растворах в меньшей степени, чем в нейтральных. С увеличением щелочности постепенно уменьшается влияние повышения температуры до тех пор, пока при достижении определенной концентрации скорость коррозии практически не станет независимой от температуры.

Роль тепловых нагрузок. Тепловая нагрузка поверхностей нагрева (плотность теплового потока) является важным фактором коррозии металла. Как следует из рис. 1, потенциал стали в конденсате при давлении 10 МПа уменьшается с ростом тепловой нагрузки. Вероятнее всего, это объясняется тем, что с ростом последней происходит частичное разрушение защитной пленки.

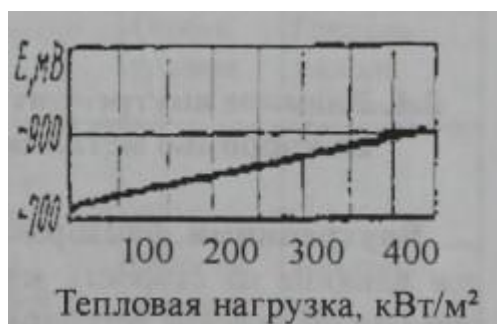


Рисунок 2 - Изменение потенциала стали в конденсате в зависимости от тепловой нагрузки плотности теплового потока при P =10 МПа

Внутренними факторами, оказывающими существенное влияние на скорость коррозии металла, являются его термодинамическая устойчивость и положение в периодической системе Менделеева, тип и структура сплава и механический фактор.

Положение металла в периодической системе дает возможность сделать лишь общую оценку его коррозионного поведения, но не позволяет точно охарактеризовать коррозионный процесс. Наиболее устойчивы к коррозии металлы левой подгруппы: первой и второй групп периодической системы. В правой подгруппе первой и второй групп, как и в других группах, коррозионная устойчивость растет с возрастанием порядкового номера.

Коррозия под напряжением возникает при комбинированном воздействии на металл постоянного растягивающего усилия и коррозионной среды и вызывает коррозионное растрескивание.

Коррозионная усталость, возникающая при комбинированном воздействии коррозионной среды и периодического или знакопеременного механического воздействия, резко ухудшает механические характеристики металла. Устойчивость металлов против коррозии под напряжением и коррозионная усталость зависят от ряда технологических и конструктивных факторов, таких как температура, перемешивание коррозионной среды, аэрация и конструкционные особенности деталей и узлов.

Коррозия под слоем изоляции труб тепловых сетей и остановленного теплосилового оборудования. Процессы коррозии наружной поверхности трубопроводов тепловых сетей имеют электрохимическую природу, и к ним применимы основные выводы электрохимической теории коррозии, построенные применительно к «почвенному электролиту». Применительно к трубопроводам тепловых сетей электролитически проводящей средой является теплоизоляция, которая в увлажненном состоянии становится ионным проводником электрического тока и может рассматриваться как коррозионный электролит.

Солевой состав и рН. Вода грунта насыщается химическими соединениями, превращаясь в «почвенный электролит» со сложным комплексом ионов и молекул, содержащим микроорганизмы, растворенные газы и т. д. Минерализация грунтовой воды имеет широкий диапазон - от 10 мг/дм³ до 350 г/дм³. Большая часть соединений находится в грунтовых водах в виде ионов. Ионы Cl⁻ и SO₄²⁻ способствуют ускорению процесса коррозии металлов, повышают проводимость среды, затрудняют образование защитного слоя на металле.

Влияние рН на коррозию металла. Весьма важным фактором коррозии является концентрация водородных ионов в электролите, с которыми соприкасается сталь. На рис. 3 показана качественная зависимость скорости коррозии от значения рН воды для стали при различных концентрациях кислорода в растворе:

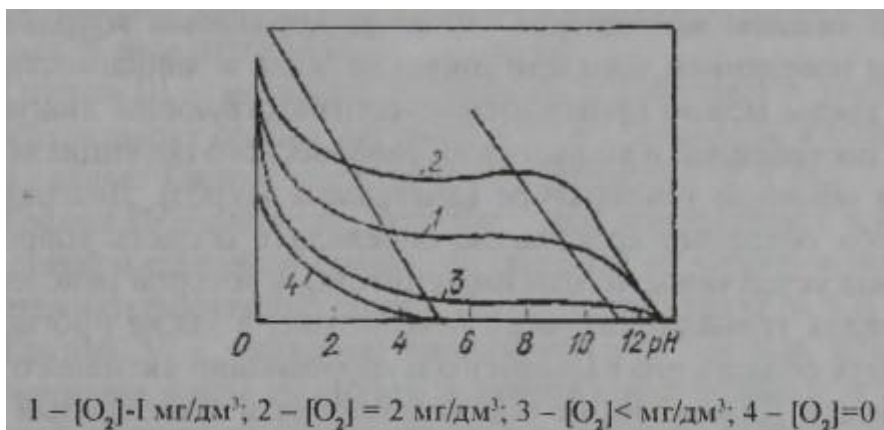


Рисунок 3 – Качественная зависимость скорости коррозии стали от рН среды

Воздухопроницаемость. При коррозии металлов в почвах происходит восстановления кислорода с образованием ионов OH⁻ на катодных участках. Поэтому важной характеристикой почвенно-грунтовой системы как коррозионной среды является ее воздухопроницаемость. Вследствие значительной пористости почвы и грунты являются воздухоемкими системами. Так как часть пор, как правило, занята водой, то суммарный объем воздуха, находящегося в свободном состоянии, соответственно уменьшается (часть воздуха растворена в жидкой фазе).

Исследование причин наружной коррозии поверхностей нагрева водогрейных котлов. На основе имеющихся наблюдений и результатов исследований, можно заключить, что процессы коррозии как наружной, так и внутренней поверхностей нагрева водогрейных котлов, имеют электрохимическую природу с жидким или твердым электролитом.

Атмосферная коррозия - один из наиболее распространенных видов коррозии. По подсчетам, около 80 % всех металлических изделий и конструкций эксплуатируется и хранится в атмосферных условиях. Атмосферная коррозия возникает при наличии в воздухе паров влаги, кислорода, агрессивных газов и солей. Особенно опасна повышенная влажность и наличие в атмосфере сернистого ангидрида, окислов азота. Скорость разрушения металлических конструкций в промышленно развитых городах в 30-50 раз выше, чем в сельской местности.

В работе представлен тщательный анализ ингибиторов и пассиваторов коррозии. Получены результаты лабораторных исследований по снижению коррозионных свойств специального бетона, используемого для теплоизоляции. Так же произведены работы по исследованию защитных оксидных пленок. Представлены различные схемы и режимы консервации котлов реагентами при высоких и низких температурах, безреагентные методы консервации. Консервация турбин, тепловых сетей и вспомогательного оборудования, а также проведены лабораторные испытания на качественные и количественные показатели коррозии.

Список использованных источников

1. Глазырин А.И., Глазырин А.А., Орумбаев Р.К. Коррозия и консервация теплоэнергетического оборудования – Павлодар 2011. 72бс.
2. Акользин П. А. Коррозия и защита металла теплоэнергетического оборудования. - М.: Энергоиздат, 1982. - С. 302.
3. Глазырин А.И., Музыка Л.П., Кабдуалиева М.М. Коррозия и консервация энергетического оборудования: Учебник для вузов. – П., 1998 – С. 154

УДК 567.941

МИКРОБАЛДЫРЛАРДАН БИОДИЗЕЛЬ ӨНДІРІСІНІҢ ТИІМДІЛІГІ

Султанова Асель Айдынкызы¹, Абильдинова Сауле Кианбековна²
ass.sultanova@aes.kz, s.abildinova@aes.kz

Ғ.Ж. Даукеев атындағы Алматы Энергетика және Байланыс Университеті, Алматы,
Қазақстан

¹Жылу энергетикасы және басқару жүйелері институтының магистранты

²Инженериядағы менеджмент және кәсіпкерлік кафедрасының доценті

Биоэнергетика – органикалық энергия көздеріне негізделген экономиканың қарқынды дамып келе жатқан саласы. 2012 жылы этанолдың жалпы өндірісі және биомассаның әр түрлі түрлерінен биодизель отыны 105 миллиард литрге немесе мотор отынын жалпы әлемдік тұтынудың 3%-ына жетті. Технология дамыған сайын сұйық биоотын өндірісінде шығындар азаюда және әр түрлі мәліметтерге сәйкес шамамен 1 доллар/л құрайды.

Соңғы жылдары фотосинтездеуші микробалдырлардың биоэнергетикалық әлеуеті биоотын өндірушілерінің назарын аударуда және осы саладағы зерттеулер мен әзірлемелерді қаржыландыру тұрақты түрде өсіп келеді. Микробалдырлардан биодизель өндірісі оңтайлы өсу жағдайында олардың кейбіреулерінде липидтердің мөлшері жоғары болуы (80%-ға дейін) және олардың биомасса мен майлардағы (липидтердегі) шығысы жер үсті өсімдіктерінің тиісті өнімділігінен он есе көп болатындығына байланысты үлкен қызығушылық тудырды. Микробалдырларды өсірудің технологиялық артықшылықтары оларға жер үсті өсімдіктерімен, соның ішінде азық-түлік дақылдарымен (аумақты, суды және тыңайтқыштарды пайдалану) сәтті бәсекелесуге мүмкіндік береді. Микробалдырларды құнарсыз, қалпына келтірілген жерлерде және су айдындарында өсіруге, сондай-ақ балдырлардың штаммдарын тұзды суларда өсуге бейімдеуге және оларды ағынды сулардың биогендік элементтерінің көзі ретінде пайдалануға болатындығы дәлелденді. Дәстүрлі дақылдардан айырмашылығы, микробалдырларды өсіру және энергиясын пайдалану азық мәселесін ушықтырмайды. Бұл мақалада микробалдырларды жасанды өсірудің және мотор отынын, атап айтқанда биодизельді өндірудің энергетикалық және экономикалық тиімділігінің көрсеткіштерін энергетикалық бағалау негізінде және басқа авторлар жариялаған эксперименттік және теориялық мәліметтер ескеріле отырып талданды.

Микробалдырлардың максималды өнімділігін теориялық бағалау

Фотосинтездеуші микробалдырларды биоотын үшін шикізат көзі ретінде пайдалану мүмкіндіктерін талдау кезінде келесі негізгі сұрақтар туындайды:

1) Липидтер (майлар) өндіруге жұмсалатын энергия шығындарының алынған өнімнің энергиясына қатынасы қандай;

2) Негізінде, әр түрлі авторлар жариялаған жоғары өнімділіктің болуы мүмкін бе және микробалдырларды өнеркәсіптік масштабта отын көзі ретінде пайдалану мүмкіндігін анықтайды ма?