

СТЕБЛО ЯК ПРИРОДНИЙ АНАЛОГ НАДВИСОТНОГО ХМАРОЧОСА «БІОТЕКТОН» І КОНСТРУКТИВНІ ВЛАСТИВОСТІ ЙОГО МАТЕРІАЛУ

Київський національний університет культури і мистецтва, Україна

Взявши за основу стебло злаку як формотворчий архітектурний елемент дизайну надвисотної будівлі «Біотектон» конструктивна технологія останнього неможлива без створення біонеорганічних матеріалів, де принципи будови органічних структур /клітинних оболонок/ будуть закладені в аналогових механізмах будови штучних структур /біоматеріала/.

Постанова проблеми. Взявши за основу стебло злаку/- Gramineae, Triticale/ як формотворчий архітектурний елемент дизайну надвисотних споруд «Біотектон» конструктивна технологія останнього неможлива без створення біонеорганічних матеріалів, де принципи побудови органічних структур /клітинних оболонок/ будуть закладені в аналогових механізмах побудови штучних структур /біоматеріалів/. Структурні форми живої природи і особливо стебельчаті, вертикально стоячі рослини являють собою дуже раціонально влаштовані, міцні, пружно - гнучкі і стійкі споруди, і можуть розглядатися як аналоги штучних надвисотних споруд. Конструктивна форма стебел у багатьох відношеннях формувалася під впливом тих же механічних сил, які відчують архітектурні конструкції і становить великий інтерес з точки зору конструктивної доцільності будови. При цьому на перший план виходить завдання вивчення конструктивних властивостей матеріалів стебел, на рівні аналізу не тільки елементів їх структури, але і зв'язки між ними, з виявленням цих факторів, які призводять до економії та доцільним витратам матеріалу.

Результати досліджень. Інтерес до конструктивної сторони стебла давно привертав увагу численних дослідників. Ще Галілей зазначав, що у порожнистих балках без збільшення ваги значно зростає опір, і поло трубчата конструкція піддається вигину тіла раціональної, і як приклад наводив соломину злаку. Роберт Гук /1670/, спільно з одним із основоположників анатомії рослин Неємією Грю, аналізуючи зміст поло трубчатої конструкції соломини, відзначали, що в стеблі створюється таке розташування матеріалу, яке має повідомити йому міцність, перешкоджати його вигину і змушувати рости його прямо вгору. Інженер - філософ Герберт Спенсер разом з ботаніком Гукером в ряді гіпотетичних висновків дали не тільки пояснення формуванню поло трубчатої конструкції, але і вказали на цілий ряд наявних пристосувань, необхідних для збереження вертикального положення. Перші спеціальні дослідження, що стосувалися питань структурної будови стебел, з'явилися наприкінці ХІХ ст. Наприклад, робота великого німецького ботаніка Симона Швенденера «Механічний принцип в анатомічній будові однодольних». У ній автор набагато більш повно, ніж його попередники, розвинув думку про наявність у зелених рослин «спеціальних механічних тканин» і встановив

зв'язок між властивостями рослинних клітинних стінок, розташуванням їх в тілі зелених рослин і функцією забезпечення міцності органів. С. Швенденер дійшов висновку: рослина досягає найбільшої стійкості при концентрично периферійному розподілі маси міцного матеріалу по поперечному перерізі стебла рослини, тобто при найбільшому віддаленні матеріалу від поздовжньої осі. Їм було встановлено також, що механічні тканини розташовані в поперечному перерізі стебла там, де вони чинять найбільший опір зовнішнім силам, прагнуть деформувати стебло в природних умовах його зростання. Швенденер досить переконливо довів і те, що механічна тканина надає стійкість і розташована всередині стебла так, як розташував би її інженер для надання стеблу стійкості за умови найвигіднішого розташування матеріалу.

Подальший розвиток уявлень про будову стебел рослин розкрито в працях відомих вчених А. Бекетова, В. Талієва, К. Тімірязєва. Зокрема, К.Тімірязєв у промові «Фактори органічної еволюції» стверджував: «Саме на стеблах дізналися ми цілий ряд вражаючих факторів, які доводять, що вони побудовані за всіма правилами будівельного мистецтва». На початку ХХ століття один з великих ботаніків, професор В. Раздорський ввів у науку нове уявлення про будову рослин, як про «комплексні споруди» і створив струнку теорію про БУДІВЕЛЬНО - МЕХАНІЧНІ ПРИНЦИПИ конструкції органів рослин. «Кістяком рослин - писав він, - треба визнати систему твердих клітинних стінок; ця система, що представляє собою каркас міцності, є пружно - гнучким стержнем і підлягає трактуванню з точки зору статички споруд».

Будівельно - механічні функції стебел по Раздорському полягають у тому, що вони повинні чинити опір як статично чинним механічним факторам /сила тяжіння, гравітація, постійна швидкість вітру/, так і динамічним навантаженням /сильні пориви вітру, теплофізичні та хімічні зміни середовища/. Зіставляючи стебло з комплексними конструкціями - залізобетонною балкою або залізобетонною колоною В. Раздорський відзначав доцільність будови тканин міцності, високі їх фізико - механічні властивості, що забезпечують надійність функціонування природної структури. Все вище викладене свідчить, що внутрішня структура стебла представляє великий інтерес з точки зору конструктивної доцільності будови. Причому на перший план виходить завдання вивчення КОНСТРУКЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МАТЕРІАЛІВ стебел на рівні аналізу не тільки елементів їх структури, але і зв'язків між ними, з виявленням тих факторів, які призводять до економії і доцільних витрат матеріалу. Це необхідно, щоб вести успішний пошук більш досконалих конструктивно - тектонічних систем висотних споруд. Пошук матеріалу, що задовольняє тій чи іншій тектонічній ідеї - один із проявів науково - технічного прогресу в архітектурі. Ще в 20-ті роки у наукових розробках ГАХН ставилися аналогічні завдання: «В нових умовах не матеріалом визначається форма, а та чи інша конструкція шукає матеріал і техніку, яка найбільше її виражає». Розвиваючи цю ідею, А. К. Буров прийшов до створення нового матеріалу, що володіє властивостями, які наближають його до будівельних матеріалів «живої природи». «Структура сучасного орієнтованого матеріалу, - писав Буров, - яка повторює за формою напрям

напруги, видозмінюється в залежності від цих умов, наближається до органічних структур...». Аналіз структурної побудови «будівельного матеріалу» стебел - їх тканин показує, що спеціалізовані механічні / несучі / тканини , а також клітини покривної, основної і провідної тканини володіють конструкційними властивостями, тобто являють собою «композитні» матеріали, які одночасно виконують різні функції і утворюють цілісну комплексну систему. Композиція матеріалу стебла формується на основі «складання букета » з матеріалів, різних функціонально та за структурою. Тому, досліджуючи в основному властивості матеріалів, що виконують опорну функцію, потрібно враховувати функції інших тканин, що сприяють забезпеченню надійності організму. Основну опорну / несучу / функцію стебел рослин виконують механічні тканини, що володіють великою міцністю і забезпечують надійність деталей і вузлів каркаса /скелета/ стебла. До механічних / конструктивних / тканин належать : склеренхіма і колленхіма.

Склеренхіма /від грецьких слів «склеро» - жорсткий і «енхіма» - наповнює/ позначають комплекс товстостінних задерев'янілих клітин, які, виконуючи опорну функцію, дають можливість стеблу протистояти розтягуванню, згинанню, тиску й іншим різним напругам, які обумовлені впливом вітру, снігу, дощу, власної ваги рослини. Тяжі склеренхіми володіють великою міцністю і пружністю . При розтязі за величиною тимчасового опору майже не поступаються сталі, а за величиною питомого живого опору до межі пружності - каучуку.

Коленхіма /від грецького «колла» - клей і «енхіма» - наповнює/ є, головним чином , тканиною міцності молодих , сильно зростаючих в довжину і в товщину стебел. Поєднує значну /хоча і меншу, ніж склеренхіма/ міцність на розрив з гнучкістю і пластичністю. Порівняння коленхіми з волокнами показує, що вона здатна витримувати навантаження в $15-20 \text{ кг / мм}^2$. Останні відновлюють свою колишню довжину навіть після впливу навантаження в $15-20 \text{ кг / мм}^2$, тоді як колленхіма залишається в розтягнутому стані навіть після програми навантаження в $15 - 20 \text{ кг / мм}^2$. Іншими словами , волокна еластичні, а колленхіма пластична. Механічна тканина стебел рослин має межею міцності на розрив $\sigma_{\text{чп}} = 3470 \text{ кг / см}^2$ (див. табл.1), тобто приблизно таким же показником, що і сталь марки Ст3 / $\sigma_{\text{чп}} = 3800-4100 \text{ кг / см}^2$ /. При цьому межа пропорційності $\sigma_{\text{пц}}$ тотожна межі міцності . У сталі же він значно нижчий : за межами $\sigma_{\text{пц}} = 2000 \text{ кг / см}^2$ вона перестає підкорятися закону Гука (закону пропорційності між напругою і подовженнями), матеріал починає текти , і лише потім, завдяки деякій перебудові кристалічної структури металу, настає тимчасовий опір розриву. Механічна ж (природна) тканина підкорюється закону Гука до межі міцності, минаючи зазначені проміжні стадії поведінки матеріалу, характерні для сталі. Це пояснюється саме поєднанням міцності, пружності, еластичності і в'язкості. Наведені в таблиці 1 дані , свідчать про те , що механічна тканина, що виконує опорну функцію рослин , має рівні і значні межі міцності і пружності , що не поступаються тим же показниками сталі Ст3, а показники еластичності вище більш ніж в 10 разів. Саме це, дуже цінне для

матеріалу, поєднання високої міцності з великою еластичністю при відносно невеликій питомій вазі і є перевагою «будівельних матеріалів» живої природи.

Таблиця 1

Результати випробувань на розтяг склеренхімних тяжів і коленхіми
(по Роздорському)

Найменування матеріалу	Межа пропорц.. $\sigma_{\text{пц}}$ кг/см ²	Удлин. $\epsilon_{\text{п\%}}$	Модуль пружності E кг/см ²	Тимчасовий опір $\sigma_{\text{чп}}$ кг/см ²	К-ть зразків	Прим.
Склеренхіма стебла (оман обикн.)	3740	1,30	287700	3740	5	
Коленхіма стебла(бутень бульбовий)	1030	1,34	76870	1300	5	
Стебло	3060	1,46	209575	3060	5	
Сталь 3	2030-2200	0,1	2000000-2200000	3800-4100	-	
Каучук	20	200	10	-	-	

Де $\sigma_{\text{пц}}$ - межа пропорційності ;

$\sigma_{\text{чп}}$ - тимчасовий опір або межа міцності;

$\epsilon_{\text{п}}$ - відносне подовження.

З таблиці. 1 видно, що матеріал стебел володіє особливою пружністю порівняно зі сталлю.

Німецький дослідник Е. Детлефсен вбачав у низьких значеннях модуля пружності /E/ фактор, який надає стеблам рослин необхідну гнучкість, пружність і податливість, в силу якої вони здатні витримувати значні вигини, тобто здатні гнутися, при цьому тиск вітру на стебло, природно, зменшується. Жорсткість матеріалу, як відомо залежить не тільки від модуля Юнга, а й від геометричної форми конструкції і споруди в цілому. Властивості «опорності по формі» / термін визначено відомим італійським інженером П.Л.Нерві /, коли конструктивну ефективність визначає не тільки міцність, але й форму матеріалу, знаходить відображення в його структурній /клітинній/ будові. Форма природної конструкції підвищує механічну міцність її матеріалу /володіє при цьому на цілий порядок меншим модулем пружності/, що і створює передумови динаміки, гнучкості живих систем.

Ці висновки мають велике значення, тому що відомо, що техніка підвищення надійності досягається за рахунок надмірності матеріалу в порівнянні з мінімально необхідним для існування і функціонування структури. Природні структури створені при мінімальній витраті матеріалу, який в силу своєї легкості і меншої жорсткості /в порівнянні зі сталлю/ забезпечує пружну роботу елементів живої конструкції. Більш глибокий рівень вивчення конструкційних властивостей біосистем пов'язаний з аналізом відносин зв'язків

між елементами, які обумовлюють солідарну роботу компонентів опорної системи.

Природа для створення своїх «висотних споруд» використовує матеріали з унікальними властивостями. Композиція матеріалу стебла формується з матеріалів, різних за структурою і функціональним призначенням. Саме по композиційній структурі матеріали стебла є різними, і цього практично достатньо, щоб їх механічні властивості були несхожі.

Слід підкреслити, що природні комплексні матеріали по міцності, опорі, тепловому впливу і ряду інших властивостей перевершують будь-який з вхідних в них компонентів. Такі матеріали характеризуються, як правило, низькою питомою вагою, високою міцністю, здатністю до пружних деформацій, і при будь-якому поєднанні навантажень поведуться як єдине структурне ціле. У цьому одна з найголовніших характеристик природних матеріалів. Її відтворення в штучних будівельних матеріалах надзвичайно важливо.

Характеристики міцності матеріалу стебел, обумовлені структурною будовою клітин, більшою мірою визначаються також і структурою самих клітин та їх оболонок. Клітинна оболонка, власне, і дала початок виникненню терміна «клітина», коли Роберт Гук у 1677 р. за допомогою світлового мікроскопа виявив клітинні оболонки на зрізі пляшкової пробки. Він порівняв текстуру спостережуваної тканини з бджолиними сотами і обмежені стінками порожнини назвав англійським словом «cell», яке переводиться на російську мову як «осередок» і як «клітина».

Серія знімків зрізів соломини, отриманих в процесі даного дослідження за допомогою електронного скануючого мікроскопа JSM - U3 / з збільшенням в 8000 раз /, наочно ілюструє шарувату структуру клітинної оболонки /природного композиту/. Тут дуже чітко розрізняються шари оболонки різні як за своїми фізико-механічними властивостями, так і за структурою.

Виникнення клітинної оболонки здійснюється шляхом утворення із фрагмента /від грецького «Фрагмена» - огорожа, поділ/ так званої клітинної пластинки. Зростаюча клітинна пластівка - шарувата. По обидві сторони від середнього шару пластинки /середня пластинка/ майбутні дочірні клітини починають будувати первинну оболонку, яка вже на першій стадії розвитку /будівництва/ містить невелику кількість включень - елементарних фібрил целюлози.

Молоді кліткові стінки в процесі росту товщають за рахунок накладення на первинну оболонку зсередини клітини додаткових шарів, що утворюють вторинну оболонку.

Фрей - Вісслінг і Мюллеталер [5] розглядають первинну оболонку, як шар, який першим відкладається клітиною. Цей шар на їх думку, має цілком або частково дисперсну текстуру, мікрофібрила цього шару здатні зміщуватися відносно один одного, утворюючи багат шарову мережу, що містить целюлозу, геміцелюлозу і пектин.

У первинній оболонці целюлоза досягає тільки 12 % сирової ваги, тоді як потовщенням вторинної оболонки клітини, целюлоза переважає над іншими

компонентами. Таким чином в первинній оболонці достатньо місця для вільного дисперсного розподілу в матриксі мікрофібрил целюлози, тоді як у вторинній оболонці вони повинні бути упаковані так щільно, що високий вміст целюлози може бути забезпечений тільки при паралельному розташуванні мікрофібрил.

Вторинна оболонка виникає шляхом накладання нових шарів на первинну оболонку. Вона становить основну масу і надає клітині її остаточну форму. Як наслідок вторинної шаруватості клітинної оболонки її пластичні властивості відступають на задній план, а найбільш яскраве вираження отримують властивості пружності.

Вторинна оболонка складається з тонкого зовнішнього шару C1, товстого проміжного C2 і тонкого внутрішнього шару C3.

Процес «будівництва» волокон з целюлози описаний Фрей - Вісслінгом; «... ми знаємо, яким чином розташовані кільця глюкози в ланцюговій молекулі целюлози, як целюлозні ланцюги складаються в ланцюгові ґрати, як утворюються елементарні мікрофібрили, видимі в світловий мікроскоп. Далі ми з'ясовуємо, як із таких мікрофібрил будуються клітини, що мають структуру волокон, і яким чином ці клітини утворюють мікроскопічні волокна. Таким чином, хід розвитку структури цих волокон відомий на рівні всіх порядків величин, починаючи від мікромолекули і закінчуючи видимими неозброєним оком і відчутними тяжами, що грають в організмі рослини роль опорних тканин».

Створюється враження, пише Фрей - Вісслінг, що природа експериментувала з різноманітними типами полісахаридів до тих пір, поки не показала нарешті, що саме г і б д о і е ланцюга целюлози можуть служити найкращим матеріалом для зміцнення клітинних оболонок у боротьбі рослин за перехід до наземного способу життя.

Внаслідок неоднакового змісту целюлози клітинні оболонки виявляють різну ступінь пластичності (властивості змінюють свою форму і розміри при навантаженні і зберігають залишкову деформацію після зняття навантаження), пружності (здатності відновлювати початкові форми і розміри після деформації) і міцності.

У процесі формування, клітинні оболонки піддаються різним вторинним перетворенням, включаючи хімічні і фізичні зміни. Зокрема, для механічної (опорної) тканини особливе значення має процес д р е в е с н і н н я, що приводить до накопичення в клітинній оболонці особливого компонента - лігніну.

Структура клітинної оболонки, що досягла своїх остаточних розмірів, набуває стійкості, коли ця оболонка інкрустується лігніном. Цей процес підвищує міцність оболонки. При цьому на додаток до міцності на розтяг, яку надають оболонці целюлозні мікрофібрили, вона набуває значну міцність на стиск.

Встановлено, що процес деревесніння клітинних оболонок залежить від зовнішніх навантажень, випробовуваних стеблом. Наприклад, в тканині, що знаходиться в розтягнутому стані, лігніну відкладається менше і частина клітин

взагалі не дерев'яніє . Навпаки , в стислій частині стебла процес лігніфікації значно посилюється і вміст лігніну збільшується.

Отже , можна зробити висновок , що « будівництво» клітинної оболонки , взаємодія її складових компонентів засноване на механічному принципі, сприяє створенню унікальних конструктивних елементів природи. При цьому солідарний зв'язок структурних елементів клітинної оболонки забезпечує конструктивну сумісність різних за своїми фізико - механічними властивостями компонентів.

Це особливо простежується в процесі деревесніння, коли простір між мікрофібрилами заповнюється лігніном і утворюється структура, яку можна порівняти із залізобетоном . При цьому мікрофібрили відповідають арматурі, а лігнін - бетону. Але, на відміну від залізобетону (де бетон розривається при відносному подовженні в 0,01 % і тому високі механічні властивості металу використовуються в малому ступені), опорність «лігніну - бетону » деформацій велика. Він руйнується не раніше того, як розриваються тяжі арматури - мікрофібрили. Тому механічні властивості арматури рослинного матеріалу використовуються повністю.

У сучасних конструкціях сталеві армуючі стрижні високої міцності не становлять солідарний компонент звичайного залізобетону через несумісність цих двох матеріалів в розтягнутих зонах перетинів. Надмірно ламкий при розтягуванні бетон не може протистояти навіть десятій частині деформації , які витримує високосортна сталь.

Дослідження структурних композицій клітинної оболонки, виявлення, на анатомічному рівні, фізико - хімічних властивостей окремих шарів оболонки, властивості основної речовини , або матриксу , в який занурені армуючі нитки (мікрофібрили) , та їх взаємозв'язків представляють корисні дані, які можуть бути використані при створенні конструкційних матеріалів.

Таким чином, перше, що може сприяти ефективному розвитку просторових висотних сучасних споруд - це застосування для їх несучих систем нових будівельних матеріалів, подібних за своїми фізико - механічними властивостями матеріалам каркасів рослин. При задаваній міцності підвищується показник пластичності матеріалу , знижується , наскільки можливо , питома вага його і т.д. Нам видається, що таке завдання технологам будівельних матеріалів по плечу. Вже створюються різні матеріали з наперед заданими параметрами їх механічних властивостей , нанотехнологічні матеріали. І , безсумнівно , що при створенні нових конструктивних матеріалів для перспективного будівництва моделлю можуть послужити рослинні тканини з їх чудовими механічними властивостями. Важливе значення може мати також використання:

- принципу солідарної роботи структурних компонентів на всіх рівнях організації, де зв'язки між елементами - прямими виконавцями функції стійкості біологічної структури забезпечують високу надійність всієї системи;

- принципів армування , які здійснюються як в шарах оболонок (різна ступінь концентрації целюлозних ниток, сприяючи поєднанню пластичних властивостей первинної, і пружних властивостей вторинної оболонки, створює

природний композит), так і шляхом поступового закладення і диференціювання «арматури» і «заповнення» в процесі росту і формування тканин;

- принципу «опорності по формі», що забезпечує мінімальну витрату «будівельного матеріалу»;

- принципу структурної побудови (диференціація функцій матеріалу , що бере участь у формоутворенні «організму», що відбувається на основі подальшого поглиблення єдності роботи всіх частин і такого різноманіття внутрішніх зв'язків , коли підвищення «конструктивної» складності майже не знижує , а то й збільшує надійність, призводить до найбільш раціонального розподілу матеріалу в просторі).

Наукові дослідження в цій області можуть мати на меті створення біонеорганічних матеріалів , де принципи побудови органічних структур (клітинних оболонок) будуть закладені в аналогових механізмах побудови штучних структур (біоматеріалів).

Формоутворення багатоярусних структур на основі матеріалів , подібних за своїми фізико - механічними властивостями природним, дозволило б створювати просторові системи з принципово новими тектонічними характеристиками, так як вони ґрунтувалися б на зовсім іншому поєднанні властивостей, ніж це характерно для традиційних матеріалів.

Висновки. Розкриваючи основи структурної побудови матеріалу стебел , основні принципи тектоніки, визначаючи найважливіші функціональні залежності (організм ↔ середовище) і аналізуючи їх з точки зору можливості використання для пошуку нових конструктивно - тектонічних систем надвисотних споруд «біотектонів» встановлено , що стебло злака являє собою досконалу просторову структуру «висотної споруди» природи , де :

- велика несуча здатність, стійкість, просторовий розвиток стебел по вертикалі обумовлені конструкційними властивостями несучих матеріалів, високою механічною міцністю і доцільним використанням міцності матеріалу по висоті;

- опорні /несучі/ тканини , що виконують роль будівельної арматури або каркаса, поряд з високою міцністю володіють пружністю, еластичністю. Поєднання високої міцності й еластичності забезпечує пружну податливість каркасу стебел;

- властивість «опорності по формі» , коли ефективність роботи матеріалу визначається не тільки його міцністю, а й формою, стає одним із важливих чинників економії;

- композиція матеріалу, що є природного моделлю конструктивної сумісності матеріалів різних як за структурою, так і за функціональним призначенням і солідарний зв'язок його структурних компонентів, де якісний перехід властивостей одного матеріалу в інший представляються найважливішими принципами створення адекватних конструкційних будівельних матеріалів із заданими властивостями;

- принципи будови і функціонування опорних /несучих/ тканин, розташованих по периферії і в поєднанні з окремими провідними /комунікаційними / тяжами утворюють систему просторових несучих оболонок;

взаємозв'язок несучих елементів, внутрішні процеси самоорганізації, що забезпечують надійність біосистем, можуть бути використані при створенні великомасштабних вертикальних просторових структур з багатофункціональною організацією;

- як функціональна біологічна модель, побудова якої обумовлена, в значній мірі, особливостями структурно - функціональної організації простору і підпорядкована певним тектонічним закономірностям, стебло злаку може бути аналогом вертикальних надвисотних структур в архітектурі і дизайні.

Саме якісний перехід властивостей одного матеріалу /клітинної оболонки/ в інший - представляється цікавим об'єктом подальших досліджень для одержання нових конструкційних біоматеріалів.

Література

1. *Александрян В.П., Саркісян Г.М.* Стебла злакових, як можливий прототип при конструюванні порожнистих споруд з композиційних матеріалів. - В зб.: Архітектура, наука і техніка. Тези доповідей до наради 22 - 24 листопада 1972 -М., Госгражданстрой НІІТО, 1972.
2. *Бардінская М.С.* Рослинні клітинні стінки і їх утворення. -М., Наука, 1967 -167. с.
3. *Кремянський В.І.* Структурні рівні живої матерії. - М., Наука, 1969-280 с.
4. *Раздорський В.Ф.* рослини як споруди. Отд. оттіск «Известия Азербайджанського університету № 3», Баку, 1923-1924.
5. *Фрей - Віслін, К. Мюлеталер.* Ультраструктура рослинної клітини. -М., Світ, 1968 -306 с.

СТЕБЕЛЬ КАК ПРИРОДНЫЙ АНАЛОГ СВЕРХВЫСОТНОГО НЕБОСКРЕБА «БИОТЕСТОН» И КОНСТРУКТИВНЫЕ СВОЙСТВА ЕГО МАТЕРИАЛА

А. И. Лазарев

Стебель, природный аналог вертикальных структур в архитектуре и дизайне, и конструктивные качества его материала. Взявши за основу стебель злака как формообразовательный архитектурный элемент высотного здания «Биотектон», его конструктивная технология невозможна без создания бионеорганических материалов, где принципы строения органических структур / клеточных оболочек / будут заложены в аналоговых механизмах построения искусственных структур / биоматериалов /.

STEM AS NATURAL ANALOGUE SUPER-HIGH SKYSCRAPER «BIOTEKTON» ITS PROPERTIES AND CONSTRUCTION MATERIAL

A. Lazarev

Stem a natural analogue of vertical structures in architecture and design, and design quality of its materials. Taking the basis for culm as formative architectural design skyscrapers "Biotekton" his constructive technology is impossible without creating bioinorganic materials, where the principles of the structure of organic structures / cell membrane / will be laid to analog mechanism for constructing artificial structures / biomaterials /.

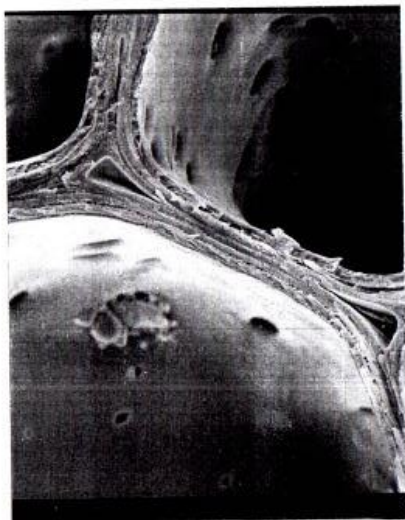


Рис. Структура клеточной оболочки. Увеличение 2 500 X.
Снимок получен электронным сканирующим микроскопом



Рис. Вид клеточных оболочек и детали их строения. Увеличение

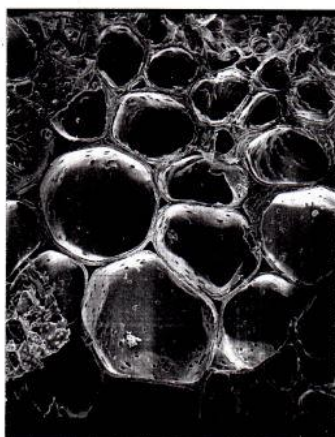


Рис. Структура механической ткани, выполняющей опорную функцию.
Увеличение 500 X.

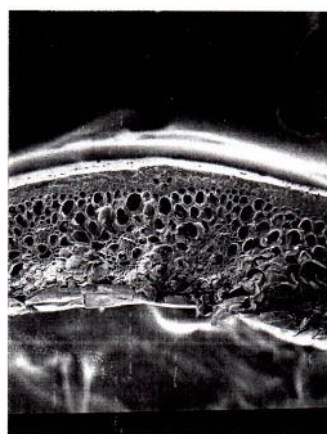


Рис. Формирование опорной ткани стебля злака.
Поперечный срез стебля; увеличение 75 X
Снимок получен электронным сканирующим микроскопом