

ДОДАТОК 5.1.С (обов'язковий). Критерії підрахунку структури.

С.1 Загальні

Окрім ізольованих волокон, у зразках повітря часто зустрічаються інші скупчення частинок і волокон. Скупчення волокон і частинок азбесту, які називають «азбестовими структурами», визначають як пучки волокон, скупчення і матриці. Числовий результат дослідження за допомогою ТЕМ сильно залежить від того, чи аналітик відносить таке скупчення волокон до одного об'єкта, чи до приблизної кількості окремих волокон, що утворюють скупчення. Тому важливо визначити логічну систему критеріїв підрахунку, щоб інтерпретація цих складних структур була однаковою для всіх аналітиків, а числовий результат був змістовним. Встановлення конкретних критеріїв підрахунку структур, як правило, вимагає певної інтерпретації кожної виявленої структури азбесту, частково на основі інформації про невизначені наслідки для здоров'я. Цей документ не має на меті надавати будь-які інтерпретації на підставі впливу на здоров'я, і передбачається чітке розділення між реєстрацією даних підрахунку структури та подальшою інтерпретацією цих даних. Система кодування, визначена в цьому документі, дозволяє чітко описати морфологію структур, що реєструють, у стислій формі, яка підходить для подальшої інтерпретації, якщо це необхідно, за різними критеріями, без необхідності повторного дослідження зразків. Зокрема, система кодування розроблена так, щоб можна було реєструвати розміри кожної складної волокнистої конструкції, а також наявність у цих конструкціях волокон довжиною понад 5 мкм. Такий підхід дозволяє пізніше оцінювати дані з урахуванням повітропроникності частинок та порівнювати їх з історичними показниками впливу азбесту. Приклади різних типів морфологічних конструкцій та спосіб їх реєстрації наведено на рисунку С.1.

С.2 Визначення структури та обробка

С.2.1 Загальні

Кожна волокниста структура, що є окремою одиницею, повинна бути позначена як первинна структура. Кожна первинна структура повинна бути позначена як волокно, пучок, скупчення або матриця. Ці структури розглядані в С.2.2 до С.2.9.

С.2.2 Волокно

Будь-яку частинку з паралельними або ступінчастими боками, мінімальною довжиною 0,5 мкм і співвідношенням сторін 5:1 або більше, визначають як волокно. Для хризотилового азбесту окрема фібрила визначають як волокно. Волокону зі ступінчастими боками присвоюють ширину, що дорівнює середньому значенню мінімальної та максимальної ширини. Це середнє значення використовують як ширину для визначення співвідношення сторін.

С.2.3 Пучок

Групування, що складається з візуально з'єднаних паралельних волокон, визначають як пучок, ширина якого дорівнює приблизній середній ширині пучка, а довжина дорівнює максимальній довжині структури. Загальне співвідношення сторін пучка може бути будь-яким, за умови, що він містить окремі складові волокна, співвідношення сторін яких дорівнює або перевищує 5:1. Пучки можуть мати розбіжні волокна на одному або обох кінцях. Пучок може складатися з нерозкритого пучка волокон, в якому фібрили ніколи не були розділені, або з паралельного скупчення фібрил, що з'єдналися між собою, в якому жодна фібрила, що входить до складу пучка, не простягається на всю довжину пучка.

С.2.4 Кластер

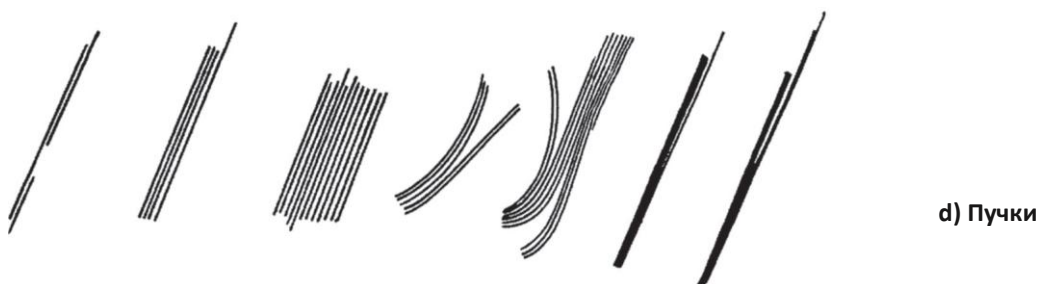
Сукупність двох або більше випадково орієнтованих волокон, з пучками або без них, визначають як кластер. Кластери бувають двох видів:

- a) дисперсний кластер (тип D): дисперсна і відкрита мережа, в якій принаймні одне з окремих волокон або пучків можна окремо ідентифікувати і виміряти його розміри;
- b) компактний кластер (тип C): складна і щільно зв'язана мережа, в якій один або обидва кінці кожного окремого волокна або пучка приховані, так що розміри окремих волокон і пучків не можуть бути однозначно визначені.

На практиці можуть зустрічатися кластери, в яких характеристики обох типів кластерів зустрічаються в одній структурі. У цьому випадку структура повинна бути віднесена до розсіяних кластерів, а потім необхідно дотримуватися логічної процедури, записуючи компоненти структури відповідно до критеріїв підрахунку. Процедура обробки кластерів проілюстрована на прикладах на рисунку С.2.



а) Волокна



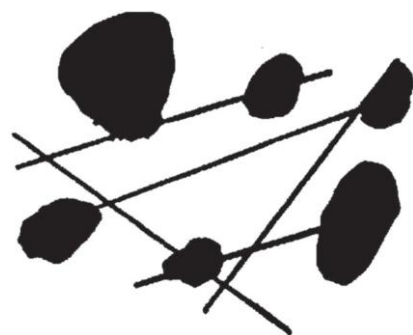
д) Пучки



с) Розсіяний кластер (тип D)



д) Компактний кластер (тип C)

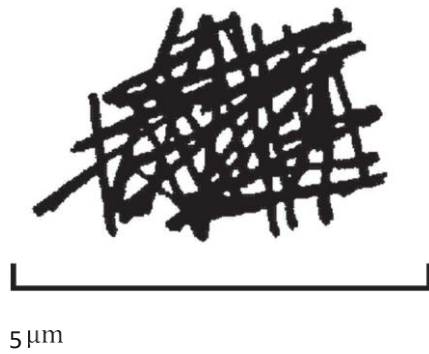


е) Розсіяна матриця (тип D)



ф) Компактна матриця (тип C)

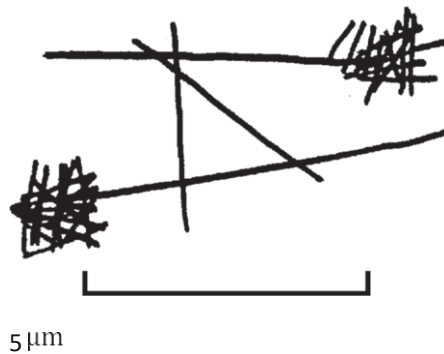
Рисунок С.1 – Типи морфологічної структури фундаменту



Вважати за 1 компактний кластер (всі волокна коротші за 5 мкм) Записати як CC+0

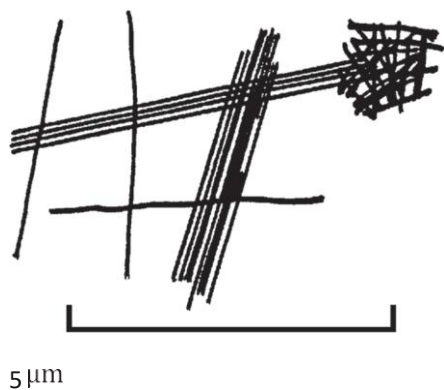
Вважати розсіяним кластером, що складається з 5 волокон, 4 з яких довші за 5 мкм

Запишіть як CD54, а потім 5 волокон, кожне з яких запишіть як CF



Вважати за дисперсний кластер, що складається з 4 волокон, 2 з яких довші за 5 мкм, та 2 залишків кластера

Запишіть як CD+2, а потім 4 волокна, кожне з яких записано як CF, і 2 залишки кластера, кожний з яких записано як CR+0



Підрахувати як 1 дисперсний кластер, що складається з 3 волокон, 2 пучків, 1 з яких довше 5 мкм, та 1 залишку кластера, що містить більше 9 волокон

Запишіть як CD+1, а потім 3 волокна, кожне з яких записано як CF, 2 пучки, кожний з яких записано як CB, та один залишок кластера, записаний як CR+0

Рисунок С.2 – Приклади реєстрації складних кластерів азбесту

C.2.5 Матриця

Одне або кілька волокон, або пучки волокон, можуть бути прикріплені до однієї частинки або групи перекриваючих один одного неволокнистих частинок або частково приховані ними. Цю структуру визначають як матрицю. Зображення ТЕМ не розрізняє частинки, які прикріплені до волокон, і ті, які випадково перекрилися на зображенні ТЕМ. Тому невідомо, чи така структура є насправді складною частинкою, чи вона виникла в результаті простого перекриття частинок і волокон на фільтрі.

Оскільки матрична структура може містити більше ніж одне волокно, важливо детально визначити, як потрібно підраховувати матриці. Матриці мають різні характеристики, і можна виділити два типи:

- а) дисперсна матриця (тип D): структура, що складається з частинки або пов'язаної групи частинок, з перекритими або прикріпленими волокнами або пучками, в яких принаймні одне з окремих волокон або пучків можна окремо ідентифікувати та виміряти його розміри;
- б) компактна матриця (тип C): структура, що складається з частинки або пов'язаної групи частинок, в якій волокна або пучки можна побачити або всередині структури, або виступаючими з неї, так що розміри окремих волокон і пучків не можна однозначно визначити.

На практиці можуть зустрічатися матриці, в яких характеристики обох типів матриць присутні в одній структурі. У цьому випадку структура повинна бути віднесена до розсіяної матриці, а потім слід дотримуватися логічної процедури, записуючи компоненти структури відповідно до критеріїв підрахунку. Приклади процедури, якої слід дотримуватися, наведено на рисунку C.3.

C.2.6 Структура азбесту, більша за 5 мкм

Будь-яке волокно, пучок, скупчення або матриця, найбільший розмір яких перевищує 5 мкм. Азбестові структури, розмір яких перевищує 5 мкм, не обов'язково містять азбестові волокна або пучки, довжина яких перевищує 5 мкм.

C.2.7 Азбестове волокно або пучок довжиною понад 5 мкм

Азбестове волокно будь-якої ширини або пучок таких волокон, довжина яких перевищує 5 мкм.

C.2.8 Еквівалентна структура РСМ

Будь-яке волокно, пучок, скупчення або матриця з співвідношенням сторін 3:1 або більше, довжиною понад 5 мкм і діаметром від 0,2 мкм до 3,0 мкм. Структури, еквівалентні РСМ, не обов'язково містять волокна або пучки довжиною понад 5 мкм або волокна, еквівалентні РСМ.

C.2.9 Еквівалентне волокно РСМ

Будь-яка частинка з паралельними або ступінчастими боками, з співвідношенням сторін 3:1 або більше, довжиною понад 5 мкм і діаметром від 0,2 мкм до 3,0 мкм. Для хризотилу волокна, еквівалентні РСМ, завжди будуть пучками.

C.3 Інші критерії підрахунку структури

C.3.1 Структури, що перетинають структури сітки

Підраховують конструкції, які перетинають решітку лише з двох боків отвору, як показано на [малюнку C.4](#). Записують розміри конструкції так, щоб приховані частини компонентів вважалися рівними неприхованим частинам, як показано пунктирними лініями на [малюнку C.4](#). Наприклад, довжину волокна, що перетинає решітку, вважають вдвічі більшою ніж неприхована довжина. Конструкції, що перетинають будь-яку з двох інших сторін, не включають до підрахунку.

C.3.2 Волокна, що виходять за межі поля зору

Під час сканування отвору сітки систематично підраховують волокна, що виходять за межі поля зору, щоб уникнути подвійного підрахунку. Загалом необхідно встановити правило, згідно з яким волокна, що виходять

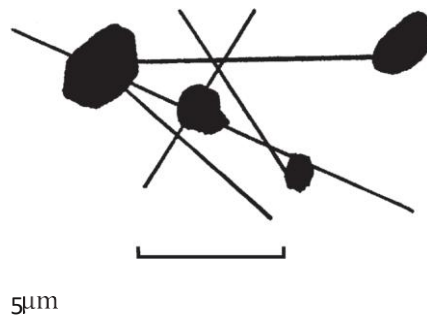
за межі поля зору лише в двох квадрантах, підраховують. Процедура показана на [рисунок С.5](#). Вимірюють довжину кожного такого волокна, перемістивши зразок, щоб знайти інший кінець волокна, а потім повертаються до початкового поля зору, перш ніж продовжувати сканування зразка. Волокна, що не мають закінчень у полі зору, не підраховуються.

Підрахуйте як одну компактну матрицю, з усіма волокнами довжиною менше 5 мкм. Запишіть як MC+0.



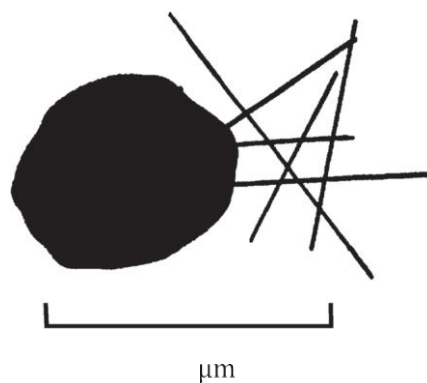
Підрахуйте як 1 дисперсну матрицю, що містить одне волокно довжиною менше 5 мкм

Запишіть як MD10, а потім одне волокно запишіть як MF



Підраховувати як одну дисперсну матрицю, що містить 5 волокон, довжина яких перевищує 5 мкм

Запишіть як MD55, а потім 5 волокон, кожне записане як MF



Підраховувати як одну дисперсну матрицю, що містить 3 волокна, одне з яких довше 5 мкм, та 1 залишок матриці

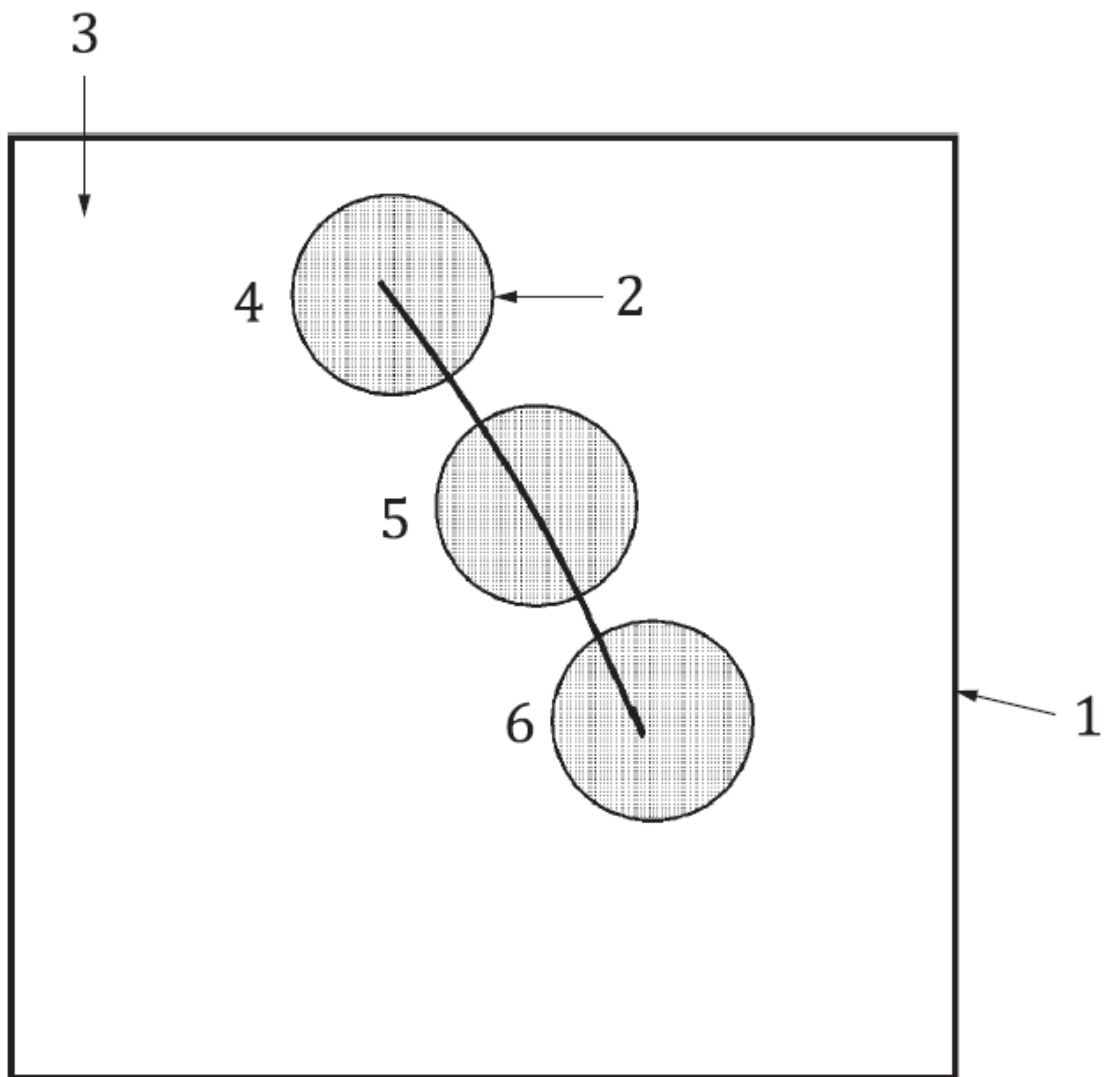
Запишіть як MD61, а потім 3 волокна, кожне з яких записано як MF, і один залишок матриці, записаний як MR30

Рисунок С.3 – Приклади реєстрації складних кластерів азбесту

Позначки

- | | |
|------------------------|------------------|
| 1 Розмір отворів сітки | 3 не враховувати |
| 2 напрямок сканування | 4 рахувати |

Рисунок С.4 – Приклад підрахунку конструкцій, які перетинають сіткові балки



Позначки

- | | |
|-----------------------|------------------|
| 1 відкриття сітки | 4 кількість |
| 2 Поле зору ТЕМ | 5 не враховувати |
| 3 напрямок сканування | 6 рахувати |

Рисунок С.5 – Приклад підрахунку волокон, що виходять за межі поля зору

C.4 Процедура запису даних

C.4.1 Загальні відомості

Зазначені морфологічні коди призначені для полегшення обробки даних на комп'ютері та для запису повного опису важливих ознак кожної структури азбесту. Процедура потребує, щоб мікроскопіст класифікував кожну первинну волокнисту структуру за однією з чотирьох основних категорій: волокна, пучки, скупчення та матриці.

C.4.2 Волокна

У формі підрахунку структури волокно, визначене в [C.2.2](#), записують позначенням «F». Якщо волокно є окремо підрахованою частиною скупчення або матриці, його записують позначенням «CF» або «MF», залежно від того, чи є воно складовою частиною скупчення або матриці.

C.4.3 Пучки

У формі підрахунку структури пучок, визначений у [розділі C.2.3](#), позначають літерою «B». Якщо пучок є окремо підрахованою частиною кластера або матриці, його позначають літерою «CB» або «MB», залежно від того, чи є він складовою частиною кластера або матриці.

C.4.4 Розсіяні кластери (тип D)

У формі підрахунку структури ізолюваний кластер типу D, як визначено в [C.2.4](#), записують позначенням «CD», за яким слідує двозначне число. Перша цифра позначає оцінку аналітика щодо загальної кількості волокон і пучків, що складають структуру. Цифра повинна бути від 1 до 9 або позначатися «+», якщо, за оцінкою, компонентів волокон або пучків більше 9. Друга цифра повинна представляти, таким самим чином, загальну кількість волокон і пучків довжиною більше 5 мкм, що містяться в структурі. Записують загальні розміри кластера в двох перпендикулярних напрямках, що представляють максимальні розміри. У порядку зменшення довжини окремо записують до 5 складових волокон або пучків, використовуючи коди «CF» (кластерне волокно) і «CB» (кластерний пучок). Якщо після врахування помітних компонентних волокон і пучків залишається група скупчених волокон, це слід записати як «CR» (залишок скупчення). Якщо залишки скупчених волокон присутні у вигляді більш ніж однієї локалізованої групи, може бути необхідним записати більше одного залишку скупчення. Не реєструють більше ніж 5 залишків кластерів для будь-якого кластера. Залишок кластера вимірюють і присвоюють йому двозначний номер, отриманий таким самим чином, як і для загального кластера. За бажанням, якщо кількість компонентних волокон і пучків в оригінальному кластері або залишку кластера виходить за межі діапазону від 1 до 9, додаткову інформацію про кількість компонентних волокон і пучків можна зазначити в колонці «коментарі».

C.4.5 Компактні кластери (тип C)

У формі підрахунку структури ізолюваний кластер типу C, як визначено в [пункті C.2.4](#), записують позначенням «CC», за яким слідує двозначне число. Двозначне число, що описує кількість складових волокон і пучків, присвоюється таким самим чином, як і для кластерів типу D. Загальні розміри кластера у двох перпендикулярних напрямках записують таким самим чином, як і для кластерів типу D. За визначенням, складові волокна і пучки компактних кластерів не можуть бути виміряні окремо, тому окрему таблицю складових волокон або пучків не складають.

C.4.6 Дисперсні скупченн (тип D)

У формі підрахунку структури ізолюваного скупчення типу D, як визначено в [C.2.5](#), повинна бути записана позначенням «MD», за яким слідує двозначне число. Двозначне число присвоюють таким самим чином, як і для кластерів типу D. Загальні розміри матриці у двох перпендикулярних напрямках записують таким самим чином, як і для кластерів типу D. У порядку зменшення довжини окремо записують до 5 складових волокон або пучків, використовуючи коди «MF» (волокно матриці) та «MB» (пучок матриці). Якщо після обліку помітних компонентних волокон і пучків залишається матричний матеріал, що містить азбестові волокна, його потрібно записувати як «MR» (залишок матриці). Якщо залишки матричних волокон присутні у вигляді

більш ніж однієї локалізованої групи, може бути необхідним записати більше одного залишку матриці. Не реєструють більше ніж 5 залишків матриці для будь-якої матриці. Залишок матриці вимірюють і присвоюють йому двозначний номер, отриманий таким самим чином, як і для загальної матриці. За бажанням, якщо кількість компонентних волокон і пучків в оригінальній матриці або залишку матриці виходить за межі діапазону від 1 до 9, додаткову інформацію про кількість компонентних волокон і пучків можна зазначити в колонці «коментарі».

C.4.7 Компактні скупчення (тип C)

У формі підрахунку структури окремого скупчення типу C, як визначено в [C.2.6](#), має бути записана позначенням «МС», за яким слідує двозначний номер. Двозначне число присвоюють таким самим чином, як для кластерів типу D. Загальні розміри матриці у двох перпендикулярних напрямках записують таким самим чином, як для кластерів типу D. За визначенням, складові волокна та пучки компактних матриць не можуть бути виміряні окремо, тому окремий табель складових волокон або пучків не складають.

C.4.8 Процедура реєстрації частково закритих волокон і пучків

Частку довжини волокна або пучка, яка закрита іншими частинками, використовують як основу для визначення того, чи потрібно волокно або пучок реєструвати як окремий компонент, чи вважати частиною матриці типу C або частиною залишку матриці. Якщо довжина закритої частини не може перевищувати одну третину загальної довжини, волокно або пучок вважають помітною ознакою, яку потрібно реєструвати окремо. Присвоєна довжина для кожного такого частково закритого волокна або пучка повинна дорівнювати видимій довжині плюс максимально можливий внесок закритої частини. Волокна або пучки, які, як видається, перетинають матрицю і обидва кінці яких можна приблизно визначити, включають до максимальної кількості 5 і реєструють відповідно до критеріїв підрахунку як окремі волокна або пучки. Якщо довжина закритої частини може становити більше однієї третини загальної довжини, волокно або пучок вважають частиною компактної матриці типу C або частиною залишку матриці.

C.5 Особливі міркування щодо підрахунку еквівалентних волокон РСМ

Для підрахунку волокон, еквівалентних РСМ, використовують мінімальне співвідношення сторін 3:1. Це визначення співвідношення сторін необхідне для досягнення порівнянності результатів для цього діапазону розмірів волокон з історичними оптичними вимірами, але використання цього визначення співвідношення сторін не впливає істотно на можливість інтерпретації всього розподілу розмірів волокон з точки зору мінімального співвідношення сторін 5:1. Деякі застосування можуть потребувати підрахунку лише волокон, еквівалентних РСМ. Система кодування дозволяє розрізняти волокна, еквівалентні РСМ, що містять волокна і пучки довжиною більше ніж 5 мкм, і ті, що не містять таких волокон.

ПРИМІТКА: Зазвичай, кластери та матриці дають менше компонентів із збільшенням мінімальних розмірів, визначених для підданих підрахунок волокон. Відтак, можна виявити, що певна структура дає більшу кількість компонентних волокон під час підрахунку всіх розмірів волокон, ніж при зменшеному збільшенні, коли підраховують лише волокна та пучки довжиною понад 5 мкм. Однак вимога, щоб компонентні волокна та пучки реєстрували в порядку зменшення довжини, забезпечує узгодженість даних для конкретної структури, незалежно від категорії розміру волокна, що підраховують, та використовуваного збільшення.